Math. A. 84^c 40

17735
4° Math. A.
84c
Dreiberg
Köhl. 46

Die pneumatiſchen Erfindungen der Griechen.

Die
pneumatiſchen Erfindungen
der Griechen.

Von

Friedrich von Drieberg.

Mit Kupfern.

Berlin, 1822.

Bei T. Trautwein.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Einleitung.

Von den Quellen, welche ich zu gegenwärtiger Schrift benutzt habe, iſt die Pneumatik des Heron *) die vornehmſte. Leider iſt aber dieſes herrliche Werk ſo äußerſt verſtümmelt auf uns gekommen, daß nur ſehr wenige Lehrſätze ganz ohne Fehler ſind. Ich habe daher viele Veränderungen machen müſſen. Doch iſt dies nicht willkührlich geſchehen, ſondern jede Veränderung iſt das Erzeugniß der Vergleichung des fehlerhaften Lehrſatzes mit andern Lehrſätzen deſſelben Verfaſſers. Wie nothwendig aber die gemachten Veränderungen ſind, wird man ſchon aus folgenden wenigen Beiſpielen entnehmen können:

Seite 162 iſt das Sieb zugleich auch die Scheidewand; folglich die Kanne durchaus unbrauchbar. Wir erſehen jedoch ihre wahre Einrichtung aus dem unmittelbar vorhergehenden Lehrſatze.

Seite 165 hat die Luftpumpe nur ein Luftloch, und iſt auch ſonſt noch gar ſeltſam gebildet. Ihre Einrichtung erſehen wir aber aus den Beſchreibungen der Waſſerorgel und Feuerſpritze.

Seite 192 iſt der Schlauch mit einem Gewichte belaſtet; die Luftverdünnung alſo ganz umſonſt.

---

*) Heronis Alexandrini Spiritalium, inter Math. vet. p. 145.

Seite 196 wird das Maaß beim Aufrichten der Kanne ſich nicht wieder füllen, da keine Luft als Erſatz eindringen kann.

Seite 200 ſind der Heber und Trichter offenbar Zuſätze eines Unwiſſenden, weil das Waſſer eher aus dem Heber zurücktreten, als in der Röhre hinaufſteigen wird.

Seite 228 hat die Luftpumpe oben noch einen Aufſatz, wodurch die Wirkung derſelben unnöthiger Weiſe verringert wird, indem ein großer Theil der verdichteten Luft darin zurückbleibt. u. ſ. w.

Was ferner die Zeichnungen betrifft, ſo ſind die alten zwar ſämmtlich verloren gegangen, man ſieht aber doch aus den Beſchreibungen — da immer an einer und derſelben Zeichnung das Äußere und Innere erklärt wird — daß Heron ſeine Zeichnungen ſo muß entworfen haben, als wäre die dargeſtellte Vorrichtung von durchſichtigem Glaſe, und daß alſo bloß Umriſſe erforderlich ſind. Dieſe Art der Darſtellung iſt auch unſtreitig die deutlichſte von allen, indem hierbei der Zuſammenhang der wirkenden Theile am beſten zu überſehen iſt. — Um nun auch die Grundſätze kennen zu lernen, nach welchen die Griechen die pneumatiſchen Erſcheinungen erklären, werde ich das hierher gehörende aus dem Heron im Auszuge mittheilen.

„Ehe wir den Vortrag der Pneumatik beginnen, müſſen wir erſt über den lee„ren Raum etwas Näheres zu beſtimmen ſuchen. Denn die Einen behaupten, es „gebe durchaus gar keinen leeren Raum, die Andern hingegen ſagen: ein gehäufter „leerer Raum (ἄθρουν) d. h. ein leerer Raum von beträchtlichem Umfange, ſei al„lerdings nicht der Natur gemäß, er ſei aber der Luft, der Feuchtigkeit, dem Feuer, „und den übrigen Körpern, in kleinen Theilchen beigeſellt. Von dieſen beiden Mei„nungen verdient unſtreitig die letztere den meiſten Beifall; denn wir werden in der „Folge ſehen, daß, ohne die Annahme von kleinen leeren Zwiſchenräumen, viele Er„ſcheinungen gar nicht zu erklären ſind."

„Da es nun alſo keinen gehäuften leeren Raum (gehäufte Leere) giebt, ſo ſind „auch die Gefäße, welche wir gemeinhin leer nennen, nicht leer, ſondern mit Luft „angefüllt. Die Luft aber beſteht, den Phyſikern zufolge, aus ſehr kleinen, leichten,

„und unſichtbaren Körperchen. Wenn wir daher in ein Gefäß, das leer zu ſein „ſcheint, Waſſer gießen, ſo geht eben ſo viel Luft heraus, als Waſſer hineingegoſſen „wird. Hiervon kann man ſich überzeugen, wenn man ein Gefäß, das leer zu ſein „ſcheint, umkehrt, und es in gerader Richtung nach unten ins Waſſer drückt; denn „das Waſſer wird, wenn man auch das Gefäß ganz untertaucht, doch nicht eindrin- „gen. Man ſieht aber leicht, daß es die Luft iſt, welche das Eindringen des Waſ- „ſers verhindert. Durchbohren wir jedoch den Boden des Gefäßes, ſo wird das „Waſſer ſogleich durch die Mündung eindringen, und die Luft durch das Loch im „Boden entweichen. Es muß alſo nothwendig die Luft ein Körper ſein. Sie wird „aber bewegt zu Wind; denn Wind iſt nichts anders als bewegte Luft. Wenn daher „Jemand, während das Waſſer in die Mündung des durchbohrten Gefäßes eindringt, „die Hand an das Loch hält, ſo wird er das Ausſtrömen des Windes deutlich fühlen. „Dieſer Wind iſt aber die vom Waſſer herausgetriebene Luft. Wir müſſen alſo an- „nehmen, daß ein gehäufter leerer Raum an und für ſich nicht beſtehen könne, ſon- „dern daß er der Luft, der Feuchtigkeit, und den übrigen Körpern nur in kleinen „Theilchen beigeſellt ſei.“

„Ein ſichtbares Bild der Luft gibt uns der Sand; denn wie ſich hier zwiſchen „den Sandkörnern Luft befindet, ſo befinden ſich zwiſchen den Lufttheilchen leere „Räume. Hieraus läßt ſich denn auch begreifen, wie es möglich iſt, daß die Luft ſo- „wohl zuſammengedrückt als ausgedehnt werden kann; nemlich, durch die Zuſam- „mendrückung werden ſämmtliche leere Zwiſchenräume verkleinert, durch die Ausdeh- „nung werden ſie vergrößert. Beide Zuſtände der Luft ſind aber unnatürlich, denn „bei der Ausdehnung entſteht eine zu große Leere, bei der Zuſammendrückung, eine „zu geringe. Es äußert daher die Luft, ſowohl ausgedehnt als zuſammengedrückt, „ein heftiges Beſtreben ſich wieder in ihren vorigen Zuſtand zu verſetzen. Nimmt „man z. B. ein leichtes Gefäß mit enger Mündung, ſaugt die Luft aus, und läßt es „dann los, ſo wird es an den Lippen hängen bleiben. Die Urſache hiervon iſt keine „andere, als weil in dem Gefäße eine zu große Leere entſtanden, und daher die Luft-

„theilchen, indem ſie ſich einander wieder zu nähern ſtreben, das Fleiſch anziehen. „Noch deutlicher bemerkt man dies bei den medizinischen Eiern, welches gläſerne Ge- „fäße mit ſehr feiner Mündung ſind; denn ſoll ein ſolches Ei mit Waſſer gefüllt „werden, ſo wird die Luft ausgeſogen, die Mündung mit dem Finger bedeckt, und um- „gekehrt in die Feuchtigkeit gehalten. Nimmt man nun den Finger weg, ſo ſieht „man wie das Waſſer, die geſchehene Ausleerung zu erſetzen, ſelbſt ſeiner Natur zu- „wider, aufwärts in das Gefäß hinauf ſteigt. Eine gleiche Bewandtniß hat es auch „mit dem Schröpfkopfe; denn das hineingeworſene Feuer vernichtet und verdünnt die „darin befindliche Luft."

„Um aber diejenigen, welche durchaus gar keinen leeren Raum geſtatten, von „der Unrichtigkeit ihrer Meinung zu überzeugen, nehme man ein etwas großes Ge- „fäß, das einen Hals mit enger Mündung hat. Da ſich nun in dieſem Gefäße, „wie in allen andern Gefäßen, die man leer nennt, Luft befindet, dieſe Luft aber den „ganzen innern Raum erfüllt, und ſich an die Wände des Gefäßes ununterbrochen „anſchließt, ſo iſt klar, daß, wenn die Lufttheilchen ohne leere Zwiſchenräume an ein- „ander liegen, man auf keine Weiſe mehr Luft, als bereits darin iſt, wird hineinbrin- „gen können. Dennoch läßt ſich, wenn man die Mündung an die Lippen ſetzt, ein „ſtarker Hauch hineindrängen. Da dies ſich nun immer ereignet, ſo erhellt deutlich, „daß eine Zuſammenziehung der in dem Gefäße vorhandenen Körper, in die damit „verſchlungenen leeren Räume, geſchieht. Ferner, ſetzt man wieder die Mündung an „die Lippen und ſaugt, ſo wird ein großer Theil der in dem Gefäße vorhandenen Luft „ſich herausziehen laſſen. Da nun doch jetzt weniger Luft in dem Gefäße iſt, dieſe „wenigere Luft aber, nach wie vor, den ganzen innern Raum deſſelben erfüllt, ſo „müſſen ſich entweder die Lufttheilchen vergrößert haben, oder die geſammte Luft „muß lockerer geworden ſein. Daß aber ein Körper, ohne Vermehrung ſeines Be- „ſtandes, größer werden ſollte, iſt gar nicht denkbar. Die Luft in dem Gefäße iſt „alſo nothwendig lockerer geworden, d. h. die ſie durchflechtenden leeren Räume ha- „ben an Umfang zugenommen. Aber auch das Durchſcheinen des Lichts, das Ein-

„bringen der Wärme u. ſ. w. beweiſen das Daſein leerer Zwiſchenräume. Denn „hätte das Waſſer keine ſolche Zwiſchenräume, und die eindringenden Sonnenſtrah„len theilten es mit Gewalt, ſo müßte offenbar ein volles Gefäß dadurch zum Über„ſtrömen gebracht werden; was doch nicht geſchieht.“

„Es iſt nun zur Genüge, ſowohl durch Beiſpiele als durch Schlüſſe, gezeigt „worden, daß alle Körper mit leeren Zwiſchenräumen durchwebt ſind, und daß hierin „der Grund von der Verdünnung und Verdichtung der Luft zu ſuchen ſei. Warum „aber die Luft in einem kleinen umgekehrt unter Waſſer gehaltenen Gefäße, wie wir „gleich anfangs geſehen, keine bedeutende Zuſammendrückung erleidet, kommt daher, „weil Waſſer in ſich ſelbſt, d. h. Waſſer in Waſſer, ohne Gewicht und Druckkraft „iſt. Denn ein feſter Körper, deſſen eigenthümliche Schwere der des Waſſers gleich „iſt, hat — wie Archimedes bewieſen *) — im Waſſer gar kein Gewicht. Nun „iſt aber die eigenthümliche Schwere des Waſſers ſich ſelber gleich, d. h. Waſſer iſt „ſo ſchwer wie Waſſer; folglich hat auch Waſſer in Waſſer gar kein Gewicht. Der „Druck des Waſſers auf die Luft in einem umgekehrt unter Waſſer gehaltenen Ge„fäße iſt daher nur ſo groß, als eine gleiche Maſſe von Waſſer ſchwerer iſt; folglich „wird auch dieſer Druck nicht vergrößert werden, wir mögen das Gefäß noch ſo tief „unter Waſſer bringen. Aus dem Geſagten läßt ſich nun auch begreifen, wie „es zugeht, das ein Taucher — indem der menſchliche Körper mit dem Waſſer ziem„lich von gleicher Schwere iſt — auf dem Grunde des Meeres, von der unermeß„lichen Waſſerſäule über ſeinem Rücken nicht den geringſten Druck empfindet, und „die wenige Luft in Naſe und Ohren hinlänglich iſt, jene erſtaunliche Waſſermaſſe „vom Eindringen abzuhalten. Wer dies noch nicht ſogleich einſieht, der denke ſich „nur, ſtatt der Waſſerſäule, einen feſten Körper von derſelben Größe und Schwere „über dem Taucher aufgerichtet. Denn ein ſolcher Körper hat, wie ſchon geſagt, im „Waſſer gar kein Gewicht, alſo auch keine Neigung nach unten; wenn er aber keine

*) Archimed. de iis, quae vehuntur in aqua, lib. 1. prop. 2.

„Neigung nach unten hat, kann er den Taucher auch nicht drücken. Die Waſſer„ſäule iſt aber nicht ſchwerer als jener feſte Körper, daher kann auch dieſe den Taucher „nicht drücken."

Nach der Lehre der Griechen, wie wir geſehen, iſt die Luft einer zwiefachen Spannkraft — einer abſtoßenden und einer anziehenden — fähig. Wird nämlich die Luft zuſammengedrückt (durch Zuſammendrückung geſpannt) und wieder frei gelaſſen, ſo ſtößt ſie alle Gegenſtände, die ſie überwältigen kann, von ſich; wird ſie ausgedehnt (durch Ausdehnung geſpannt) und wieder frei gelaſſen, ſo zieht ſie alle Gegenſtände, die ſie überwältigen kann, an ſich. Daſſelbe finden wir auch bei vielen feſten Körpern, z. B. bei einer Drathfeder mit gleichen Windungen (Fig. 1); denn dieſe äußert, wie die Luft, zuſammengedrückt ein Beſtreben ſich auszudehnen, und ausgedehnt ein Beſtreben ſich zuſammenzuziehen. Der Griechen Theorie von der Luft ſcheint daher vollkommen der Natur gemäß zu ſein. Dennoch wird ſie von den Neuern verworfen. Der Unterſchied der griechiſchen uud neuern Theorie beſteht aber vornehmlich darin, daß die Neuern der Luft bloß die abſtoßende Spannkraft beilegen, und alle Erſcheinungen, welche die Griechen der anziehenden Spannkraft zuſchreiben, durch den Druck der Atmosphäre erklären. Nun behaupte ich aber, daß es gar keinen Druck der Atmosphäre giebt, und beweiſe es auf folgende Art:

1) So wie Waſſer in Waſſer kein Gewicht hat, ſo wird auch Luft in Luft kein Gewicht haben. Ohne Gewicht giebt es aber keine Neigung nach unten, und ohne Neigung nach unten wieder keinen Druck.

2) Den Berechnungen unſerer Mathematiker zufolge, beträgt der Druck der Atmosphäre auf einen Quadratfuß 2240 Pfund, auf einen Quadratzoll 15⅗ Pfund. Daß aber dieſe Laſt nicht mit wiege, ſagen ſie, komme daher, weil die Atmosphäre von unten eben ſo ſtark aufwärts drücke, als von oben abwärts. — Wenn alſo eine Vorrichtung zu erfinden wäre, bei welcher der Druck der Atmosphäre, von unten oder oben, ohne Luftverdünnung aufgehoben werden könnte, ſo müßte dadurch Entſcheidung zu erhalten ſein. Doch eine ſolche Vorrichtung zu erfinden, iſt gar

leicht. Man verfertige zwei unten verſchloſſene Röhren. Die Weite der einen Röhre betrage einen Quadratzoll, der andern, einen Quadratfuß. Beide Röhren ſtelle man aufrecht, und verbinde ſie unten durch eine Querröhre. Ferner verfertige man für die enge Röhre einen genau anſchließenden Stempel von Blei, der ſo lang ſein muß, daß er 5 Pfund wiegt; für die weite Röhre aber verfertige man einen genau anſchließenden Stempel von leichtem Holze, der nur 1 Pfund wiegt. Wenn dies geſchehen, ſenke man beide Stempel in ihre Röhren ſo weit hinab, daß ſie nicht mehr über die Mündungen derſelben hervorragen, und halte ſie ſo feſt. Hierdurch wird, wie Jeder leicht ſieht, der Druck der Atmosphäre von *unten* gänzlich aufgehoben, und es muß folglich nun die Laſt der Luftſäule von *oben* wie jede andere Laſt auf die Stempel wirken. Wenn wir daher beide Stempel zugleich los laſſen, ſo wird der hölzerne mit einer Kraft von 2241 Pfunden niederfallen, die Luft in den Röhren verdichten, und ſo den bleiernen Stempel, welcher mit der Luftlaſt zuſammen nur $20\frac{5}{9}$ Pfund wiegt, herausſchleudern. Allein von dem allen geſchieht nichts; im Gegentheil wird der große Stempel vom kleinen herausgeworfen. Der Druck der Atmosphäre iſt alſo eine Fabel, und zwar eine ſo äußerſt ſchlechte, daß nicht einmal die allergewöhnlichſten Erſcheinungen dadurch zu erklären ſind. Nachſtehende beiden Sätze werden dies beweiſen:

1) Wie wir oben geſehen, bleibt ein leichtes Gefäß, aus welchem man die Luft ausgeſogen, an den Lippen hängen; ebenſo bleibt auch, durch Auspumpen der Luft, eine hohle Halbkugel an der andern hängen. Eine ſolche zuſammenhaltende Kugel hänge man nun in einem luftdicht verſchloſſenen Kaſten auf, und belaſte die untere Halbkugel mit einem Gewichte von etwa 90 Pfunden. Der Druck der Luft auf die Kugel, wenn ſie zuſammenhalten ſoll, muß alſo wenigſtens 100 Pfund betragen, und da die Atmosphäre nicht mehr darauf wirken kann, die Kugel aber demohngeachtet nicht aus einander fällt; ſo iſt klar, daß es die im Kaſten eingeſchloſſene Luft ſein müſſe, die dieſen Druck verurſacht. Doch der Druck der im Kaſten ein-

geſchloſſenen Luft kann, da ſie ſelber keinen Druck erleidet, nicht größer ſein, als ihr eigenes (ſpecifiſches) Gewicht; und das beträgt traun keine 100 Pfund.

2) Man nehme eine große Flaſche, gieße einiges Waſſer hinein, und verſtopfe die Mündung derſelben vermittelſt eines Stöpſels, in welchen man ein Loch gebohrt hat. Ferner nehme man eine Glasröhre, ſtecke einen Drath hindurch, umwinde das durchgeſteckte Ende des Drathes mit Flachs, und zwar ſo daß dieſer Pflock, mit Öhl getränkt, in der Glasröhre als Kolben dienen kann; hierauf laſſe man die Glasröhre durch das Loch des Stöpſels bis unten ins Waſſer hinab, und verkitte alles vollkommen luftdicht. Ziehen wir nun, vermittelſt des herausreichenden Drathes, den Pflock aufwärts durch die Röhre, ſo ſteigt das Waſſer nach. Die Urſache dieſes Steigens kann aber weder die atmosphäriſche Luft, noch die in der Flaſche ſein; denn erſtere hat nirgends einen Zugang, und letztere wird durch die Verminderung des Waſſers verdünnt, und kann folglich keinen Druck verurſachen. Daſſelbe gilt auch von den Saugpumpen, wenn ſie in bedeckten Brunnen ſtehen. — Will man ferner offenbare Ungereimtheiten als Beweiſe gegen den Druck der Atmosphäre gelten laſſen, ſo können folgende Beiſpiele dazu dienen:

1) Der Körper eines ausgewachſenen Menſchen, heißt es, wird von einer Luftlaſt von 40000 Pfunden umdrückt. — Da nun der menſchliche Körper aus zartem Fleiſche und mürben Knochen beſteht, ſo iſt es ſchon wunderbar, daß er von den 40000 Pfunden nicht zerquetſcht wird; am wunderbarſten aber, daß dieſe ungeheure Laſt ſo überaus leicht iſt, daß Niemand etwas davon merkt.

2) Das Queckſilber, heißt es weiter, wird in der Barometerröhre, da es über ſich eine vollkommene Leere hat, bloß von der atmosphäriſchen Luft empor gehalten. — Nun iſt aber die Luft eine Flüſſigkeit, und wenn ein Körper von einer Flüſſigkeit empor gehalten wird, ſo nennt man das ſchwimmen. Folglich ſchwimmt Queckſilber auf Luft; alſo die ſchwerere Flüſſigkeit auf der tauſendmal leichtern.

Will man ſich praktiſch überzeugen, daß die Atmosphäre nicht die Urſache von dem Stehenbleiben des Queckſilbers in der Barometerröhre ſein könne, ſo

braucht

braucht man nur die Mündung des kleinen Fläſchchen mit dem Finger zuzuhalten. Denn da hierdurch die Wirkung der äußern Luft auf das Queckſilber aufgehoben wird, die Luft im Fläſchchen aber unverdichtet, folglich ohne abſtoßende Kraft iſt; ſo müßte nothwendig, bei zugehaltener Mündung, das Queckſilber ſo lange in das Fläſchchen herabſinken, bis die in demſelben eingeſchloſſene Luft eine widerſtandfähige Verdichtung erhalten hätte. Aber das geſchieht nicht. — Faſt eben ſo leicht kann man ſich praktiſch überzeugen, daß der Raum über dem Queckſilber nicht leer, ſondern mit Luft angefüllt ſei. Man braucht nemlich nur glühenden Sand in einen Beutel zu thun, und den oberen Theil des Barometers damit zu bedecken, worauf das Queckſilber ſogleich ſehr tief herabſinkt. Der Raum über dem Queckſilber kann alſo nicht leer ſein, denn auf einen leeren Raum würde die Erhitzung ganz ohne Wirkung bleiben.

Mich dünkt, die Erſcheinungen am Barometer müßten etwa ſo erklärt werden: Beim Füllen des Barometers bleibt zwiſchen dem Queckſilber und der Röhre, da beider Oberflächen ſich nicht in allen Punkten berühren, einige Luft zurück; dieſe Luft wird, wenn das Barometer aufgerichtet worden, durch die Laſt der Queckſilberſäule ausgedehnt (verdünnt), und bekommt dadurch eine anziehende Spannkraft, die mit der Ausdehnung in gleichem Verhältniſſe zunimmt. Es erhält aber die Luft ihre Ausdehnung, indem ſie ſogleich wieder den Raum erfüllt, welchen das ſinkende Queckſilber verläßt, und dieſen verlaſſenen Raum erfüllt ſie ſogleich wieder, weil die Natur keine gehäufte Leere geſtattet; denn beſtände dieſes Naturgeſetz nicht, ſo würde die zurückgebliebene Luft ſammt dem Queckſilber herabfallen. Es hängt alſo die Queckſilberſäule an der geſpannten Luft, wie eine Laſt an einer Drathfeder, d. h. das Queckſilber wird durch ſeine eigenthümliche Schwere abwärts, durch die Kraft der Luft hingegen aufwärts gezogen; es ſinkt folglich ſo lange, bis ſeine Laſt und die Kraft der Luft einander gleich geworden ſind. Im Zuſtande der Ruhe hat alſo das Queckſilber gar kein Gewicht; denn hätte es noch ein Gewicht, ſänke es auch noch tiefer. Nun ſteht aber das Queckſilber des Barometers auch mit der atmos-

ſphäriſchen Luft in Berührung, und da die Laſt eines Körpers in einer leichtern Flüſſigkeit größer, in einer ſchwerern geringer iſt, ſo wird auch die Laſt der Queckſilberſäule in leichterer Luft größer und in ſchwererer Luft geringer ſein. *) Jedesmal alſo, wenn die atmoſphäriſche Luft leichter wird, muß das Queckſilber ſinken, wenn ſie ſchwerer wird, ſteigen; denn im erſten Fall erlangt die Laſt der Queckſilberſäule die Übermacht, im zweiten Fall, die Kraft der eingeſchloſſenen Luft. Aber — wird man ſagen — wenn die obigen Erklärungen richtig ſind, ſo muß ja eine laſttragende Drathfeder ebenfalls ein Barometer ſein! — Das iſt ſie auch. Denn nehmen wir eine Feder wie Fig. 1, befeſtigen ſie oben an irgend ein Geſtell, und hängen unten eine Zinnplatte oder ſonſt eine Laſt daran, deren Schwere mit der Stärke der Feder im Verhältniſſe ſteht, ſo ſteigt und fällt die Zinnplatte wie das Queckſilber, wenn die Atmoſphäre eine Veränderung erleidet. Will man ſich augenblicklich von dieſem Steigen und Fallen überzeugen, ſo darf man nur ein ſolches Drathbarometer unter die Glocke einer Luftpumpe ſetzen, und hierauf die Luft auspumpen und wieder zulaſſen.

Nachdem nun dieſes erörtert worden, ſo wollen wir zu den Lehrſätzen ſelbſt übergehen, und mit den Hebern und Pumpen, da ſie die Hauptbeſtandtheile ſehr vieler pneumatiſcher Vorrichtungen ſind, den Anfang machen.

Der gebogene Heber.

Heron. Spirital. p. 152 et 159.

Es ſei die Röhre a b c (Fig. 2) der gebogene Heber, und es ſtehe deſſen Schenkel a b in einem Gefäße d e, welches bis zur geraden Linie f g h mit Waſſer

*) Nach der Lehre der Griechen kann die Luft auf zweierlei Art leichter oder ſchwerer ſein; erſtens, durch Verdünnung oder Verdichtung; zweitens, wenn ſie entweder mit feurigen, wäſſerigen, oder erdigen Theilen vermiſcht iſt. Auf das Barometer aber wirkt die durch Vermiſchung leichtere Luft eben ſo, wie die durch Verdünnung leichtere. Es könnten daher die Griechen wohl Recht haben, wenn ſie annehmen, daß die Luft in den höheren Gegenden des Dunſtkreiſes nicht durch Verdünnung, ſondern durch Vermiſchung leichter ſei; denn die Beweiſe der Neuern vom Gegentheil gründen ſich vornehmlich bloß auf den Druck der Atmoſphäre.

angefüllt iſt. Das Waſſer wird daher im Schenkel a b eben ſo hoch ſtehen. Demnach iſt der Theil des Hebers a g mit Waſſer, und der Theil deſſelben g b c mit Luft angefüllt. — Wenn wir nun mit dem Munde die Luft durch die Mündung c an uns ſaugen, ſo wird die Feuchtigkeit, um die durch das Saugen entſtandene Ausleerung zu erſetzen, nachfolgen; indem — wie bereits erklärt worden — ein Naturgeſetz beſteht, nach welchem keine gehäufte Leere Statt finden kann. Iſt aber, durch die Füllung des Hebers, das Waſſer im Gefäße bis zu k l m herabgeſunken, und die Mündung c ſteht mit der Oberfläche des Waſſers k l m in gleicher Höhe, ſo wird der Heber nicht fließen, obgleich er bis zur Mündung c angefüllt iſt, ſondern das Waſſer wird in dem Theile des Hebers b c hängen bleiben, als wenn es mit dem Waſſer in dem Theile b l das Gleichgewicht einer Waage hätte. Iſt aber der äußere Schenkel um das Stück c n länger, ſo wird der Heber fließen, weil die Mündung n unter der Oberfläche des im Gefäße enthaltenen Waſſers ſteht, und dadurch das Waſſer in dem Theile des Hebers b n das Übergewicht erhält. Iſt jedoch das Waſſer im Gefäße ſo tief geſunken, daß es mit der Mündung n eine gerade Linie bildet, ſo hört der Heber von neuem zu fließen auf, und der erſte Fall tritt wieder ein. Hat endlich der äußere Schenkel die Länge von b p, ſo wird der Heber nicht eher zu fließen aufhören, als bis die Oberfläche des im Gefäße enthaltenen Waſſers die Mündung a erreicht hat. — Will man den Heber nicht mit dem Munde anſaugen, ſo verſehe man den äußern Schenkel unten mit einer männlichen Schraube, nehme dann ein kleines Gefäß a b (Fig. 3), das etwas mehr Feuchtigkeit faßt als der Heber, und welches oben eine weibliche Schraube und unten einen Hahn hat, oder auch bloß eine Öffnung, die man mit dem Finger zuhält. Soll nun der Heber fließen, ſo füllt man dies kleine Gefäß mit derjenigen Feuchtigkeit an, welche abgezogen werden ſoll, ſchraubt es an den Heber feſt, und öffnet unten den Hahn. Iſt der Heber im Fluſſe, nimmt man es wieder ab. — Jetzt wollen wir auch die am Heber wahrgenommenen Erſcheinungen erklären.

Jede ununterbrochene zur Ruhe gekommene tropfbare Flüſſigkeit nimmt die Oberfläche einer Kugel an, deren Mittelpunkt auch der Mittelpunkt der Erde iſt; die nicht ruhende Flüſſigkeit aber fließt ſo lange, bis ihre Oberfläche die eben genannte Kugelgeſtalt erreicht hat. Wenn wir jedoch vorhin den Durchſchnitt der Oberfläche des im Gefäße d e (Fig. 2) enthaltenen Waſſers als eine gerade Linie betrachteten, ſo geſchah dies, weil der Durchſchnitt jener Oberfläche aus dem großen, um die ganze Erde reichenden, Kreiſe nur ein unendlich kleines Stückchen iſt, und alſo ſeine Wölbung keine Berückſichtigung verdient. Wir werden daher auch in der Folge noch die Durchſchnitte kleiner Oberflächen als gerade wagrechte Linien betrachten. Stellen wir nun zwei Gefäße neben einander, gießen in beide Waſſer, und nehmen einen Heber mit gleichen Schenkeln, füllen dieſen ebenfalls mit Waſſer, halten die beiden Mündungen mit den Fingern zu, und ſetzen den einen Schenkel in dieſes, den andern in jenes Gefäß, ſo wird das Waſſer beider Gefäße durch den Heber ein ununterbrochenes geworden ſein, und daher daſſelbe erfolgen, als wenn die beiden Gefäße unten durch eine Querröhre verbunden wären. War nun die Oberfläche des Waſſers in beiden Gefäßen ſchon dieſelbe, ſo wird alles in Ruhe bleiben; ſteht aber das Waſſer in dem einen Gefäße höher als in dem andern, ſo wird das höher ſtehende Waſſer durch den Heber ſo lange zu dem niedriger ſtehenden hinüberfließen, bis eine gleiche Oberfläche in beiden Gefäßen entſtanden iſt. Ziehen wir jetzt den Heber aus den Gefäßen gerade in die Höhe, ſo bleibt das Waſſer ſo lange darin hängen, als ſeine beiden Mündungen auf einer wagrechten Linie ſtehen. Dies findet auch Statt, wenn der eine Schenkel viel weiter iſt, und alſo beträchtlich mehr Waſſer als der andere enthält. Die Urſache, warum das Waſſer hängen bleibt, iſt daher nicht die Gleichheit der Menge deſſelben in beiden Schenkeln, ſondern weil das Waſſer im Heber ein ununterbrochenes iſt, und daher bei gleicher Oberfläche (wenn auch dieſe Oberfläche, wie hier, nach unten gekehrt iſt,) in Ruhe bleibt; woraus denn folgt, daß das wenige Waſſer in einer engen Röhre dem vielen in einer weiten Röhre das Gleichgewicht hält. Warum fällt aber das Waſſer, vermöge ſeiner eigenthümlichen Schwere,

nicht aus beiden Schenkeln zugleich heraus, da es doch leichtere Luft unter ſich hat? Darum nicht, weil das Waſſer, wenn es herausſtürzte, ſich oben im Heber theilen müßte, und dadurch eine gehäufte Leere entſtehen würde, die in der Natur nicht möglich iſt. Es wird aber ſogleich herausſtürzen, wenn wir den Heber oben durchbohren, indem nun die entſtandene Ausleerung durch Luft erſetzt werden kann. Das Fließen des Hebers ſowohl, als auch das Stillſtehen deſſelben, gründet ſich demnach darauf, daß das Waſſer im äußern Schenkel mit dem Waſſer im Gefäße ein ununterbrochenes iſt, und daher eine gleiche Oberfläche zu erlangen ſtrebt, die es aber nicht erreichen kann, ſobald die Mündung des äußern Schenkels tiefer als der Boden des Gefäßes ſteht, daher es in dieſem Falle gänzlich ausläuft. Iſt aber der äußere Schenkel kürzer, ſo erreicht es dieſe gleiche Oberfläche, und der Heber hört zu fließen auf; denn daß die Oberfläche des Waſſers im Gefäße aufwärts, und die Oberfläche des Waſſers im äußern Schenkel abwärts gekehrt iſt, verändert nichts.

Der gerade Heber (*μέσος πνυκτικὸς διαβήτης*).

Heron. Spirital. p. 156 et 167.

Es ſei a b (Fig. 4) ein Gefäß mit Waſſer, und c d eine an beiden Enden offene Röhre, welche oben bis nahe an den Hals des Gefäßes geht, unten aber durch den Boden deſſelben durchreicht. Dieſe Röhre werde von einer andern oben verſchloſſenen Röhre e f umgeben, und zwar in der Art, daß ſie von c d auf allen Seiten gleich weit abſteht. Das verſchloſſene Ende dieſer Röhre ſei nur wenig über die Mündung c erhaben, und ihr offenes Ende ſtehe ebenfalls nur ſo weit vom Boden des Gefäßes ab, als zur freien Bewegung des Waſſers hinlänglich iſt; in dieſer Stellung aber werde die Röhre e f durch einige Stifte erhalten. — Wenn wir nun mit dem Munde die Luft durch die Mündung d an uns ſaugen, ſo wird das Waſſer, die Ausleerung erſetzend, in der Röhre e f empor ſteigen, bis es die Mündung c erreicht hat, und dann zum Fluſſe kommen. Da aber die Mündung d tiefer ſteht

als der Boden des Gefäßes a b, ſo kann das im Gefäße enthaltene Waſſer niemals eine gleiche Oberfläche mit dem im Heber erlangen, und es wird daher gänzlich auslaufen. — Will man den Heber nicht mit dem Munde anſaugen, ſo gießt man ſo viel Waſſer in das Gefäß a b, daß deſſen Oberfläche die Mündunug c erreicht; denn da das Waſſer in der Röhre e f eben ſo hoch ſteigt, ſo wird der Heber dadurch zum Fluſſe kommen, und das im Gefäße enthaltene Waſſer wiederum gänzlich auslaufen. — Man kann ſich auch zu gleichem Zwecke, ſtatt des geraden Hebers, des gebogenen bedienen, wenn man nemlich den längern Schenkel a b (Fig. 5) in den durchbohrten Boden des Gefäßes befeſtigt.

Der unterbrochene Heber.

Heron. Spirital. p. 203 et 164.

Es ſei a b (Fig. 6) ein Gefäß von beliebiger Geſtalt, und c d der Deckel deſſelben. Dieſer Deckel habe zwei Löcher, in welche die beiden abgeſonderten Schenkel des Hebers e f und g h k ſo eingeſetzt ſind, daß der kürzere Schenkel e f nur ſo weit vom Boden des Gefäßes a b entfernt iſt, als zur freien Bewegung des Waſſers hinreicht, der längere Schenkel hingegen unten bei h in Geſtalt eines offenen Hahnes nach außen geht. Über die obern Mündungen der beiden Schenkel werde aber ein gläſerner Aufſatz l m geſtellt, und am Rande luftdicht verkittet. Gefüllt wird endlich das Gefäß a b durch irgend eine Öffnung n des Deckels. — Wenn wir nun mit dem Munde die Luft durch die Mündung k an uns ſaugen, ſo wird das Waſſer, um die in dem Aufſatze durch das Saugen entſtandene Ausleerung zu erſetzen, in dem Schenkel e f empor ſteigen, die Mündung g erreichen, und dann zum Fluſſe kommen. Denn obgleich die verdünnte Luft auf beide Schenkel gleich ſtark anziehend wirkt, ſo iſt doch die Laſt des Waſſers im längern Schenkel größer als die im kürzern; die Waſſerlaſt des längern Schenkels wird daher die Kraft der Luft, und die Kraft der Luft wieder die Waſſerlaſt des kürzern Schenkels über-

winden; folglich der Heber ſo lange fließen, als noch Feuchtigkeit im Gefäße a b enthalten iſt. — Verſieht man den kürzern Schenkel oben mit einem eng zulaufenden Röhrchen a b (Fig. 7), ſo entſteht dadurch ein kleiner Springbrunnen, den man lange oder auch beſtändig unterhalten kann, je nachdem man das ausgelaufene Waſſer durch Zugießen erſetzt, oder einen immer fließenden Hahn in die Öffnung n leitet.

Der Schöpfheber.

Heron. Spirital. p. 160 et 161.

Es ſei a b (Fig. 8) eine kleine hohle Kugel von Erz (χαλκός), *) deren unterer Theil, wie ein Sieb, mit vielen kleinen Löchern verſehen iſt, und welche oben eine Öffnung hat, worin die an beiden Enden offene Röhre c d eingelöthet ſteht. — Will man nun mit dieſem Heber Wein ſchöpfen, ſo ergreift man die Röhre c d an der obern Mündung, und läßt die kleine Kugel in den Wein hinab, welcher durch das Sieb eindringt, und die Luft durch die Röhre c d ausſtößt. Bedeckt man hierauf die Mündung d mit dem Finger, und zieht den Heber herauf, ſo wird der Wein, obgleich die kleine Kugel unten durchlöchert iſt, nicht auslaufen, weil die Ausleerung nicht durch Luft erſetzt werden kann. Wenn wir daher den geſchöpften Wein einſchenken wollen, ſo nehmen wir den Finger von der Mündung d weg, wo ſodann der Raum, den der Wein verläßt, ſogleich wieder mit Luft erfüllt wird.

Es iſt auch auf gleiche Weiſe ein doppelter Schöpfheber zu bereiten möglich, mit welchem wir nach Belieben warmes oder kaltes Waſſer, oder ſonſt zwei verſchiedene Feuchtigkeiten, einſchenken können. Es ſei, wie zuvor, a b (Fig. 9) eine kleine hohle, unten durchlöcherte Kugel, und ſie habe oben gleichfalls eine Röhre c d.

*) Bei den Griechen heißt χαλκός im Allgemeinen ſo viel als klingendes Metall, denn ſie begreifen darunter Kupfer, Eiſen, Meſſing u. ſ. w. Dieſelbe Bedeutung lege ich auch dem Worte Erz bei.

Die Kugel a b werde aber durch die Scheidewand e f in zwei Halbkugeln getheilt, und es hänge mit der Scheidewand e f eine andere Scheidewand f t zuſammen, welche die Röhre c d der Länge nach durchſchneidet. Ferner ſei die Röhre c d oben bei t verſchloſſen, und es habe jede Abtheilung derſelben ein Luftloch, die eine bei h, die andere bei k. — Wenn wir nun warmes Waſſer ſchöpfen wollen, ergreifen wir die beiden Luftlöcher h und k, laſſen die Kugel in das warme Waſſer hinab, und öffnen eins der Luftlöcher h; iſt die Halbkugel a e f gefüllt, verſchließen wir das Luftloch h, nehmen den Heber heraus, und tauchen ihn in das kalte Waſſer, öffnen das Luftloch k, und wenn die Halbkugel b e f gefüllt iſt, verſchließen wir es wieder. Wollen wir nun warmes Waſſer einſchenken, ſo öffnen wir das Luftloch h, ſoll es kaltes ſein, das Luftloch k, wird eine Miſchung verlangt, alle beide Luftlöcher.

Die Luftpumpe.

Heron. Spirital. p. 164, 165 et 228.

Man bedient ſich der Luftpumpe zu zweierlei Zwecken; erſtlich, zur Bereitung des Windes, wie bei der Waſſerorgel, in welcher Anwendung ſie den Namen ehernes Gebläſe (φυσᾶ χαλκῆ) erhält; zweitens, zur Verdichtung oder Verdünnung der Luft in einem verſchloſſenen Gefäße. Dieſe letztere Art ſoll hier beſchrieben werden. Es ſei a b (Fig. 10) ein eherner Lauf (πυξίς) von mäßiger Weite, inwendig ſehr gleich ausgebohrt und geglättet. Bei b habe er einen Boden, in deſſen Mitte ſich ein rundes Loch c befindet, welches durch eine Gewindklappe d, die ſich nach innen öffnet, und deren Verfertigung nachher beſchrieben werden ſoll, verſchloſſen wird. Unten bei e ſei die Seitenwand des Laufes a b durchbohrt, und über dieſes Loch ein anderer an beiden Enden offener, jedoch ſehr kurzer, eherner Lauf f g an den Lauf a b feſtgelöthet; das Loch e aber werde durch die Gewindklappe h, die ſich nach außen öffnet, verſchloſſen. Ferner befinde ſich in dem Laufe a b ein auf der Drehbank abgerundeter und geglätteter eherner Kolben (ἔμβολον) k, der ſo

genau

genau, doch ohne Zwang, an die innere Oberfläche des Laufes a b anſchließen muß, daß keine Luft nebenbei durchzudringen vermag. Zum Verſchieben des Kolbens diene aber die, mit einer Handhabe verſehene, und oben bei m in den Kolben unbeweglich eingeſetzte, eherne Stange m n. Um endlich die Luftpumpe mit dem Gefäße in Verbindung zu ſetzen, deſſen eingeſchloſſene Luft verdichtet oder verdünnt werden ſoll, muß ſowohl der Lauf a b, als auch der Lauf f g, am Ende mit einer männlichen Schraube, das Gefäß aber mit einer gleichen weiblichen, verſehen ſein. Soll daher die Luft verdünnt werden, ſo ſchrauben wir das Gefäß an den Lauf a b, ſoll ſie verdichtet werden, an den Lauf f g.

Iſt demnach das Gefäß zur Luftverdünnung an den Lauf a b feſtgeſchraubt, die Löcher c und e durch die Klappen geſchloſſen, und wir ziehen nun den Kolben k, vermittelſt der Handhabe n, in die Höhe, ſo wird der Raum welchen der Kolben verläßt — da es keine gehäufte Leere geben kann — ſogleich wieder mit Luft erfüllt, und hierdurch eine Verdünnung derſelben bewirkt werden. Durch Verdünnung (Ausdehnung) erhält aber die Luft eine anziehende Spannkraft *), und dieſe anziehende Spannkraft wird immer größer, je mehr die Luftverdünnung zunimmt. Die Wirkungen aber, durch welche ſich die Spannkraft der in dem Laufe a b eingeſchloſſenen Luft äußert, ſind, daß ſie den aufſteigenden Kolben herabzuziehen ſtrebt, und die Klappe d öffnet, wodurch der Luft des angeſchraubten Gefäßes der Eintritt in den Lauf a b bereitet wird, und ſo Gefäß und Lauf, während des ganzen Kolbenhubes, ſtets mit gleichmäßig verdünnter Luft angefüllt bleiben. Hören wir auf den Kolben höher zu ziehen, ſo ſchließt ſich ſogleich die Klappe d wieder, denn dieſe Klappe wird von der verdünnten Luft von allen Seiten gleich ſtark angezogen, daher ihre Bewegung eben ſo frei iſt, als würde ſie gar nicht angezogen. Laſſen wir nun, nachdem ſich die Klappe d geſchloſſen, den Kolben wieder herab, ſo zieht ſich

*) Wenn ſie nemlich ohne Erhitzung ausgedehnt wird, denn durch Erhitzung bekommt die Luft eine abſtoßende Spannkraft.

die im Laufe a b befindliche Luft zu ihrer natürlichen Dichtigkeit zuſammen, und ſetzen wir das Niederdrücken des Kolbens weiter fort, ſo wird dieſe Luft noch mehr verdichtet, erhält dadurch eine abſtoßende Spannkraft, vermöge welcher ſie die Klappe h aufſtößt, und dann durch das Loch e ins Freie flieht; doch bleibt immer noch einige Luft im Laufe a b unter dem Kolben zurück. Da nun die im Gefäße eingeſchloſſene verdünnte Luft die Klappe d feſt an ſich ſaugt — indem von oben nicht mehr eine gleiche Gegenwirkung darauf Statt findet — ſo wird, wenn wir den Kolben von neuem aufwärts ziehen, die Klappe d ſich nicht eher öffnen, als bis die im Laufe a b unter dem Kolben zurückgebliebene Luft eine größere Verdünnung, und folglich auch eine größere Spannkraft, als die im Gefäße erreicht hat. Hieraus geht hervor, daß wir nach vielen Kolbenhüben endlich einmal dahin gelangen müſſen, daß ſich die Klappe d gar nicht mehr öffnet: nemlich, wenn die unter dem Kolben zurückgebliebene Luft ſo ausgedehnt worden, daß ſie den ganzen Lauf a b anfüllt, und doch dadurch noch nicht eine überwiegende Kraft über die im Gefäße eingeſchloſſene erlangt. Dies iſt alsdann der höchſte Grad der Verdünnung, welcher mit der gebrauchten Luftpumpe zu bewirken iſt; indem es beweiſt, daß die Luft im Gefäße eben ſo ſtark verdünnt ſein müſſe, als die im Laufe; daher denn auch das Öffnen der Klappe durch irgend einen Mechanismus zu nichts helfen würde. Wäre aber der Lauf a b länger, und alſo der Kolbenhub beträchtlich größer, ſo würde auch die Verdünnung noch weiter zu treiben ſein. — Die Verdichtung der Luft geſchieht auf dieſelbe Weiſe; denn beim Aufzuge des Kolbens füllt ſich ebenfalls der Lauf a b durch das Loch c mit Luft, und beim Niederſtoßen des Kolbens entweicht ſie wieder durch das Loch e. Nur füllt ſich der Lauf a b jetzt von außen mit unverdünnter Luft, und dieſe Luft entflieht nicht durch das Loch e ins Freie, ſondern dringt in das an den Lauf f g angeſchraubte Gefäß. Dies Gefäß war aber, wie jedes andre Gefäß, ſchon mit Luft angefüllt; folglich muß die aus dem Laufe a b hineingetriebene Luft eine Verdichtung derſelben bewirken, und dieſe verdichtete Luft wird vermöge ihrer abſtoßenden Spannkraft, beim Wiederaufziehen des Kolbens, die Klappe

h feſt zudrücken, und ſich dadurch ſelbſt den Rückweg unmöglich machen. Beim zweiten Kolbenſtoße öffnet ſich daher die Klappe h erſt, wenn die Luft im Laufe a b eine größere Verdichtung, und alſo auch eine größere Spannkraft, als die im Gefäße erlangt hat.

Jetzt bleibt uns noch die Verfertigung der Gewindklappen zu beſchreiben übrig. Eine Gewindklappe (ἀσσάριον) aber beſteht aus zwei viereckigen ehernen Platten, deren Breite und Dicke ſich nach der Größe der Pumpe richten. Zu der oben beſchriebenen wird es hinlänglich ſein, wenn wir platten nehmen, die einen Zoll breit, und eine Linie (στάθμη) dick ſind. Dieſe Platten werden zuſammengelegt, und mit Smirgel ſo lange auf einander abgerieben (σμηρίζονται), d. h. geglättet (polirt), bis beider Oberflächen ſich in allen Punkten berühren, und daher weder Luft noch Feuchtigkeit zwiſchen ſie eindringen kann. Es mögen a b c d und e f g h (Fig. 11) dieſe abgeriebene Platten ſein. In der einen e f g h bohre man in der Mitte ein rundes Loch von etwa einem Drittelzoll im Durchmeſſer, und verbinde dann die Seiten beider c d und e f durch ein feines Gewinde, d. h. vermittelſt kleiner Angeln (στροφωματίοις) mit einander, und zwar ſo, daß die geglätteten Oberflächen, wenn die Klappe geſchloſſen iſt, ſehr genau auf einander paſſen. Soll nun ein Luftloch der Pumpe mit einer Gewindklappe verſehen werden, ſo löthet man die Platte mit dem Loche ſo über das Luftloch, daß beide Löcher zuſammentreffen. Erhält die Klappe eine Stellung, daß ſie vermöge ihrer eigenen Schwere auffällt, ſo muß ſie durch eine Feder oder ein Gegengewicht zugehalten werden.

Die Waſſerpumpe.

Heron. Spirital. p. 180 et 181.

Es ſei wiederum a b (Fig. 12) ein ſehr gleich ausgebohrter eherner Lauf, und c ein auf der Drehbank abgerundeter und genau einpaſſender eherner Kolben. Dieſer

Kolben werde aber durch einen Hebel, vermittelſt der Stange d e, welche durch ein Gewinde f mit dem Kolben verbunden iſt, bewegt. Da nun die Bewegung des Hebels im Kreiſe geſchieht, und alſo keinen großen Kolbenhub geſtattet, die Pumpe aber doch viel Waſſer einnehmen ſoll, ſo iſt klar, daß der Lauf a b nur kurz, aber bedeutend weit ſein müſſe. Der Boden des Laufes a b habe in der Mitte ein rundes, oben etwas weiter ausgeſchweiftes Loch g, in welches die Paukenklappe (*τυμπάνιον*) h, die ſich nach innen öffnet, ſo eingerieben worden, daß ſie weder Luft noch Feuchtigkeit durchläßt. Unten habe dieſe Klappe einen dünnen Stiel (*πεϱόνη*), welcher durch einen außerhalb der Pumpe über das Loch g angebrachten Steg geht, und am äußerſten Ende mit einem Knopf (*κωλυμάτιον*) verſehen iſt, um das weitere Aufſteigen der Klappe zu hemmen. Bei k ſei die Seitenwand des Laufes a b durchbohrt, und auswendig über dieſes Loch die Röhre l m, welche zur Leitung des Waſſers beſtimmt iſt, an den Lauf a b feſtgeſchraubt oder gelöthet; das Loch k aber werde durch die Gewindklappe n, die ſich nach außen öffnet, verſchloſſen.

Steht nun die Pumpe mit ihrem untern Theile im Waſſer, und wir ziehen den Kolben c in die Höhe, ſo wird das Waſſer dem Naturgeſetze zufolge, nach welchem jede ununterbrochene tropfbare Flüſſigkeit eine gleiche Oberfläche zu erlangen ſtrebt, die Klappe h aufheben, und in dem Lauf a b eben ſo hoch ſteigen als es außerhalb ſteht. Sobald aber der aufwärtsgezogene Kolben ſich über die Oberfläche des äußern Waſſers erhoben hat, hört die Wirkſamkeit jenes Geſetzes auf, und das Waſſer folgt nun dem Kolben, weil die Natur keine gehäufte Leere geſtattet, die nothwendig entſtehen müßte, wenn der Raum, welchen der Kolben verläßt, nicht wieder von Waſſer eingenommen würde. Hat der Lauf a b ſeine beſtimmte Füllung erhalten, die Klappe h ſich durch ihre eigene Schwere geſchloſſen, und wir drücken nun den Kolben c wieder herab, ſo wird das eingeſchloſſene Waſſer, theils durch den Druck des Kolbens, theils um eine gleiche Oberfläche zu erlangen, die Klappe n aufſtoßen, und in der Röhre l m empor ſteigen, und zwar ſo lange als der Kolben c ſich abwärts bewegt. Wenn dieſe Bewegung aufhört, ſchließt ſich die Klappe n wie-

der, und wird beim zweiten Kolbenhube von dem in der Röhre l m über ihr ſtehenden Waſſer feſt zugedrückt. Die zweite Kolbenſenkung unterſcheidet ſich von der erſten nur darin, daß, da das Waſſer in der Röhre l m bereits höher als in dem Laufe a b ſteht, das fernere Steigen deſſelben durch den Druck des Kolbens ganz allein bewirkt wird.

Soll oder kann die Pumpe nicht ſelbſt im Waſſer ſtehen, ſo verbindet man damit eine an beiden Enden offene Röhre a b (Fig. 13), die bis in das zu erhebende Waſſer hinabreicht. Folglich wird, wenn wir den Kolben in die Höhe ziehen, und ſich die Bodenklappe geöffnet hat, die in der Röhre a b eingeſchloſſene Luft, da das Waſſer die untere Röhrenmündung verſtopft, eine Ausdehnung (Verdünnung) erleiden. Durch Ausdehnung aber erhält die Luft, wie ſchon geſagt, eine anziehende Spannkraft, und dieſe anziehende Spannkraft wirkt auf alles anziehend was ſie berührt, alſo auch auf das die Mündung verſtopfende Waſſer, welches daher ſo lange in der Röhre a b hinaufſteigen wird, bis ſeine Laſt und die Kraft der Luft einander gleich geworden ſind. Da jedoch die Laſt des Waſſers immer größer wird, je höher es in der Röhre a b hinaufſteigt, ſo muß auch die Ausdehnung der Luft, wenn das Waſſer die Pumpe erreichen ſoll, in demſelben Verhältniſſe zunehmen. Hieraus geht hervor, daß, wenn die Röhre a b lang iſt, wir nach vielen Kolbenhüben — wie bei der Luftpumpe — endlich einmal dahin gelangen müſſen, daß ſich die Bodenklappe gar nicht mehr öffnet; nemlich, wenn die unter dem Kolben zurückgebliebene Luft ſo ausgedehnt worden, daß ſie den ganzen Lauf erfüllt, und ihre dadurch erlangte Spannkraft doch noch nicht die Laſt der in der Röhre hängenden Waſſerſäule zu überwältigen vermag. Dies iſt alsdann der höchſte Stand, auf welchen das Waſſer, vermittelſt der angewendeten Pumpe, gebracht werden kann. Wäre aber der Lauf der Pumpe länger, und alſo der Kolbenhub beträchtlich größer, ſo würde auch das Waſſer, da die Saugkraft der Luft unbegrenzt iſt, noch höher zu erheben ſein. Wenn aber dennoch das Waſſer nicht zu jeder Höhe hinaufgeſogen werden kann, ſo kommt dies daher, weil eine ſehr große Saugkraft die Natur des Waſſers verändert, und es

in feine luftähnliche Theile auflöſt, die als kleine Blaſen aufſteigen, und jede durch den Kolbenhub bewirkte Ausleerung ſogleich wieder erſetzen. So geſchieht es denn auch, daß Waſſer, wenn es in einem verſchloſſenen Gefäße ſteht, durch anhaltendes Auspumpen der Luft ganz ausgetrocknet, d. h. als ein luftartiger Stoff mit der Pumpe ausgeſogen werden kann.

Die magiſche Gießkanne.

Heron. Spirital. p. 163, 175 et 176.

Es ſei a b (Fig. 14) die beſagte Kanne, und c d ein ſiebartig durchlöchertes Blech, welches den Hals derſelben unten verſchließt. Mit dieſem Bleche hänge die Scheidewand e f zuſammen, welche die Kanne der Länge nach in zwei Hälften theilt. Der Henkel, welcher hohl iſt, werde ebenfalls durch eine Scheidewand der Länge nach durchſchnitten, und jede Abtheilung derſelben habe oben ein Luftloch und unten einen Eingang in die Kanne; das Luftloch der einen Abtheilung des Henkels ſei g und der Eingang in die Kanne h, das Luftloch der andern Abtheilung ſei k und der Eingang in die Kanne l. Ferner habe die Scheidewand e f bei m ein Loch, und die an beiden Enden offene Röhre l m ſei in die Löcher m und l ſo eingeſetzt, daß ſie von der Abtheilung des Henkels k l eine Fortſetzung ausmacht. — Mit einer ſo eingerichteten Gießkanne können wir nun, wie es uns beliebt, Wein oder Waſſer einſchenken. Gefüllt wird ſie auf folgende Art: Man hält eins der Luftlöcher g verſchloſſen, und gießt Wein in den Hals der Kanne, welcher durch die eine Hälfte des Siebes in die Abtheilung b d e f fließt, und die Luft durch m l k ausſtößt. Iſt dieſe Abtheilung gefüllt, ſo verſchließt man das Luftloch k, und gießt Waſſer in den Hals, wodurch die Abtheilung a c e f gefüllt wird, die Luft aber durch h g entweicht. Wollen wir nun Wein einſchenken, ſo halten wir mit dem Daumen das Luftloch g zu, und neigen die Kanne zum Guſſe; ſoll es Waſſer ſein,

verſchließen wir k; wird eine Miſchung verlangt, laſſen wir beide Luftlöcher offen. — Auf dieſelbe Weiſe läßt ſich auch eine Gießkanne bereiten, aus welcher wir drei, vier und noch mehr Arten Getränke einſchenken können.

Das Opfer.

Heron. Spirital. p. 166 et 211.

Es ſei a b (Fig. 15) ein von allen Seiten luftdicht verſchloſſener Kaſten, welcher dem hohlen aus dünnem Bleche luftdicht gearbeiteten Altar c d, und dem darauf opfernden Prieſter zum Fußgeſtelle dient. Durch die Geſtalt des Prieſters aber gehe die an beiden Enden offene Röhre g h k, welche oben bei k mit der Opferſchale m zuſammenhängt, und unten bei g bis nahe auf den Boden des Kaſtens a b reicht; der Altar hingegen ſtehe vermittelſt der Öffnung n mit dem Innern des Kaſtens in Verbindung. — Wenn wir nun den Kaſten a b durch irgend eine Öffnung p etwa zur Hälfte mit einer geiſtigen Flüſſigkeit füllen, dieſe Öffnung wieder verſtopfen, und dann Feuer auf dem Altar anzünden; ſo wird die in demſelben eingeſchloſſene Luft erhitzt und verdünnt, ein Theil derſelben entweicht durch die Öffnung n in den Kaſten a b, verurſacht daſelbſt einen Druck auf die Flüſſigkeit, und treibt ſie durch die Röhre g h k bis zur Opferſchale m hinauf, aus welcher ſie ſich auf das Feuer ergießt. Ferner kann man auch hinter dem Altar einen Drachen s anbringen, welcher, wenn das Opfer beginnt, zu pfeifen anfängt. Dies wird bewerkſtelligt, wenn man in dem Deckel des Kaſtens a b, unter dem Drachen, ein Loch bohrt, und darin den Schnabel einer kleinen Pfeife befeſtigt.

Die ſympathetiſchen Krüge.

Heron. Spirital. p. 168 et 177.

Von zweien Krügen iſt der eine voll Wein, der andere leer; ſo viel Waſſer wir in den leeren gießen, ſo viel Wein fließt aus dem vollen. Die Einrichtung iſt dieſe:

Es ſei a b (Fig. 16) ein Fußgeſtell, auf welchem die beſagten Krüge c d und e f ſtehen, deren Hälſe unten von den Scheidewänden g h und k l luftdicht verſchloſſen werden. Durch die Krüge und unter das Geſtell weg gehe aber die an beiden Enden offene Röhre m n, und erhebe ſich mit ihren Mündungen bis nahe an die Scheidewände. Der Krug c d ſei unten mit einem offenen Hahn p verſehen, und im Kruge e f befinde ſich die an beiden Enden offene Röhre r s, deren untere Mündung bis nahe auf den Boden des Gefäßes reicht, die obere aber durch die Scheidewand k l geht. — Wenn wir nun den Hahn p zuhalten, und den Krug c d durch irgend eine Öffnung t mit Wein füllen, die Öffnung wieder verſtopfen, hierauf in den Hals des Kruges e f Waſſer gießen, und den Hahn p wieder frei laſſen, ſo wird eben ſo viel Luft, als Waſſer eingegoſſen wurde, durch die Röhre m n in den Krug c d übergehen, und daſelbſt ſo lange einen Druck äußern, bis nicht eine, dem eingegoſſenen Waſſer gleiche Menge Wein durch den offenen Hahn p ausgefloſſen iſt; und das wird jedesmal geſchehen, ſo oft wir Waſſer eingießen.

Man kann aber dieſe Krüge auch ſo einrichten, daß beide offene Hähne haben, und der mit Wein gefüllte nicht eher fließt, bis nicht der leere voll Waſſer gegoſſen worden, dann aber beider Inhalt gänzlich ausläuft. Es ſei, wie zuvor, a b (Fig. 17) ein Fußgeſtell, auf welchem die Krüge c d und e f ſtehen, deren Hälſe aber nicht verſchloſſen ſind. In jedem dieſer Krüge befinde ſich ein gebogener Heber, deſſen einer Schenkel nach außen geht; im Kruge c d ſei es der Heber g h k, im Kruge e f der Heber l m n. Ferner gehe durch die Krüge und unter das Fußgeſtell weg, die an beiden Enden offene Röhre p q, deren Mündungen mit den Krümmungen der Heber in gleicher Höhe ſtehen. — Füllen wir nun einen der Krüge c d ſo mit Wein, daß die Oberfläche deſſelben nicht über die Krümmung des Hebers zu ſtehen kommt, ſo wird der Heber nicht fließen; gießen wir aber hierauf in den andern Krug e f ſo viel Waſſer, daß ſein Heber zum Fluſſe kommt, ſo wird auch zugleich einiges Waſſer durch die Röhre p q in den Krug c d hinüberfließen, und den Heber deſſelben ebenfalls zum Fluſſe bringen.

Der

Der ſingende Vogel.

Heron. Spirital. p. 168 et 169.

Es ſei a b c d (Fig. 18) ein luftdicht verſchloſſener, und durch die Scheidewand e f in zwei Hälften abgetheilter Kaſten, auf welchem ein hohler Stein g liegt, der dem Vogel zum Fußgeſtelle dient, und abgenommen werden kann. Ferner enthalte der Kaſten zwei an beiden Enden offene Röhren h k und l m; die Röhre h k durchdringe oben die Scheidewand e f, und nähere ſich unten ſo viel dem Boden, als es die freie Bewegung des Waſſers erlaubt; die Röhre l m hingegen gehe unten durch die Scheidewand, und oben durch den Deckel des Kaſtens in den hohlen (nachgebildeten) Stein g, und ſei daſelbſt ſo gebogen, daß ſie in das kleine oben offene Gefäß n hineinreicht. In der obern Mündung der Röhre l m ſtecke aber der Schnabel eines kurzen eintönigen Pfeifchens. — Wollen wir nun daß der Vogel ſinge, ſo nehmen wir den Stein mit dem Vogel weg, halten das kleine Pfeifchen zu, füllen die obere Abtheilung des Kaſtens a b e f durch irgend eine Öffnung p mit Waſſer, und verſchließen ſie dann wieder. Hierauf gießen wir auch in das kleine Gefäß n ſo viel Waſſer, daß die Oberfläche deſſelben über den Einſchnitt des Pfeifchens zu ſtehen kommt, und bedecken Gefäß und Röhre wieder mit dem Steine. Wird jetzt das Luftloch p geöffnet, ſo fließt das Waſſer durch die Röhre h k in die untere Abtheilung des Kaſtens, die Luft aber entweicht durch die Röhre l m, und bringt das Pfeifchen zur Anſprache, welches, da deſſen Einſchnitt unter Waſſer ſteht, den Geſang (das Zwitſchern) eines kleinen Vogels ſehr täuſchend nachahmt.

Die Vögel und die Eule.

Heron. Spirital. p. 169 et 170.

Auf einem Baume ſitzen mehrere kleine Vögel und ſingen, gegenüber auf einem alten Stamme aber ſitzt eine Eule; dreht dieſe ſich zu den Vögeln herum, ſo ſchwei-

gen ſie ſogleich, wendet ſie ſich wieder von ihnen ab, ſo fangen ſie auch wieder zu ſingen an. Dies wird auf folgende Art bewerkſtelligt: Es ſei a b c d (Fig. 19) ein großer verſchloſſener Kaſten, in welchem ſich ein kleinerer a e f g befindet. Durch den Boden dieſes kleinen Kaſtens gehe der weite gebogene Heber h k, durch ſeinen Deckel aber der Trichter l m, deſſen untere Mündung nur ſo weit vom Boden entfernt iſt, als es die freie Bewegung des Waſſers erfordert. Ferner ſtelle n einen Stein oder Hügel vor, unter welchem ſich mehrere Pfeifchen mit ihren gebogenen Röhren befinden, die ſämmtlich in daſſelbe kleine Waſſergefäß führen. Alles ſei übrigens auf die ſchon oben beſchriebene Art eingerichtet, nur daß die untern Enden der gebogenen Röhren hier bloß durch den Deckel des Kaſtens gehen. So viel Vögel auf dem Baume ſitzen, ſo viel Pfeifchen müſſen unter dem Steine verborgen ſein, die jedoch, der Verſchiedenheit des Geſanges wegen, nicht alle gleich tief im Waſſer ſtehen, und die nemliche Weite haben dürfen. — Leiten wir nun in den Trichter l einen immer fließenden Hahn, ſo wird, während der Kaſten a e f g ſich mit Waſſer füllt, die eingeſchloſſene Luft durch die kleinen Pfeifchen entweichen, und ſo der Geſang der Vögel entſtehen. Hat aber das Waſſer ſeinen höchſten Stand erreicht, ſo hören die Pfeifchen zu tönen auf, denn der Heber h k kommt zum Fluſſe, und der Kaſten füllt ſich durch das, inwendig mit einer Klappe verſehene Loch p von neuem mit Luft an. Hat der Heber zu fließen aufgehört, ſo fängt der Geſang wieder an. Durch dies Ausfließen des Waſſers wird nun die Bewegung der Eule bewirkt, und zwar ſo: Unter der äußern Mündung des Hebers h k hänge, an einer Schnur oder Kette, das kleine oben offene und mit einem Loche im Boden verſehene Gefäß r; die Schnur, an welcher es hängt, gehe erſtlich über die Rolle s, ſei dann mehrere Male um die runde Stange t u geſchlungen, gehe hierauf über eine andere Rolle v, und trage unten das Gewicht x, welches ſchwerer ſein muß als das leere Gefäß, leichter aber als das volle. Die Stange t u aber ruhe bei u mit ihrem zugeſpitzten Ende auf einer kleinen Unterlage, und gehe oben durch den Deckel des Kaſtens und den alten Stamm, bis zu den Füßen der Eule, welche daran be-

feſtigt ſind. — Iſt nun der Heber h k zum Fluſſe gekommen, ſo füllt ſich das kleine Gefäß r mit einem Theil des ausſtrömenden Waſſers und ſinkt, wodurch die Stange t u und die Eule herumgedreht werden; hat aber der Heber zu fließen aufgehört, ſo leert ſich auch das kleine Gefäß, das Gewicht x bekommt die Übermacht, und die Eule wendet ſich wieder ab; und dies ereignet ſich ſo oft, als der Heber h k zum Fluſſe kommt.

Der unverſiegliche Becher.

Heron. Spirital. p. 173.

Es ſei a b (Fig. 20) ein großer Krug, c d ein Becher, und e f ein Fußgeſtell, worauf beide Gefäße ſtehen. Unter dem Fußgeſtelle aber befinde ſich eine Röhre, von welcher das eine Ende aufwärts durch den Fuß des Kruges, das andere durch den Fuß des Bechers geht, und deren Mündungen h und k ſind. Ferner habe der Krug unter dem Bauche eine Scheidewand m n, worin die an beiden Enden offenen Röhren p q und r s befeſtigt ſind. Die Röhre p q gehe oben bis an den Hals des Kruges, und reiche unten ſo weit durch die Scheidewand, daß ihre Mündung bei p mit dem Rande des Bechers in einer wagrechten Linie ſteht; die Röhre r s gehe unten eben ſo tief herab, oben rage jedoch ihre Mündung nicht über die Scheidewand m n empor. Dicht unter dieſer Scheidewand habe aber der Krug das Luftloch t. — Soll nun die beſchriebene Vorrichtung zum Gebrauche eingerichtet werden, ſo hält man unten die kleine Röhre r s (durch das Luftloch t) mit dem Finger zu, füllt den Krug a b mit Wein, und verſchließt hierauf deſſen Mündung, vermittelſt eines Stöpſels, vollkommen luftdicht. Nehmen wir jetzt den Finger weg, ſo wird ſogleich der Wein aus s zu fließen anfangen, durch die Röhre h k dringen, und die Ausleerung oben im Kruge durch Luft, welche in der Röhre p q aufſteigt, erſetzt werden. Sobald jedoch der Wein im Becher den Rand er-

reicht, erreicht er auch im Kruge die untere Mündung der Röhre p q, worauf die kleine Röhre r s augenblicklich zu fließen aufhört, weil jeʒt die Ausleerung, da der Wein die Mündung p verſchloſſen hält, nicht mehr durch Luft erſeʒt werden kann. Schöpft aber Jemand Wein aus dem Becher, ſo wird die Mündung p dadurch frei, die kleine Röhre r s fließt, und alles füllt ſich wieder wie vorher.

Die Windkugel (aeolipila).

Heron. Spirital. p. 147, 148, 226 et 227. Vitruv. de Architect. lib. 1. cap. 6.

Das Feuer löſt alle Körper, die gröber ſind als es ſelbſt, nemlich Waſſer, Luft und Erde, in feinere Beſtandtheile auf; denn der Dampf, welcher aus ſiedenden Keſſeln empor ſteigt, iſt nichts anders als verdünntes Waſſer, das, wenn die Verdünnung groß genug iſt, der Luft ganz ähnlich wird. So kann der Dampf, durch eine Röhre geleitet, nicht nur als Gebläſe zum Anfachen der Kohlen dienen, ſondern es können dadurch ſogar muſikaliſche Inſtrumente, wie Pfeifen und Trompeten, zur Anſprache gebracht werden. Am beſten läßt ſich jedoch die Ähnlichkeit des Dampfes mit der Luft durch die ſogenannte Windkugel darthun. Man macht dieſe Windkugeln aus Erz und hohl. Sie haben ein ſehr enges Loch, wodurch man ſie (wie die mediciniſchen Eier) mit Waſſer füllt, und ſie dann an das Feuer ſtellt. Sobald nun die Wärme ſich darin verbreitet, blaſen ſie einen ſehr heftigen Wind aus. Man kann aber eine ſolche Kugel, ſtatt des bloßen Loches, auch mit einer kurzen, in eine enge Mündung auslaufenden, Röhre a b (Fig. 21) verſehen.

Der trinkende Vogel.

Heron. Spirital. p. 182 et 183.

Es ſei a b c d (Fig. 22.) ein luftdicht verſchloſſenes Gefäß, welches dem Vogel zum Fußgeſtelle dient, von der Scheidewand e f in der Mitte getheilt wird,

und zwei an beiden Enden offene Röhren g h und k l enthält. Die Röhre g h durchdringe oben den Deckel und unten die Scheidewand des Fußgeſtells, und im Innern dieſer Röhre ſei ein kleines Pfeifchen verborgen. Die Röhre k l gehe oben durch die Scheidewand, und reiche unten bis nahe auf den Boden. Eine dritte, ebenfalls an beiden Enden offene, Röhre m n gehe endlich durch den Deckel des Fußgeſtells, den einen Fuß und den Körper des Vogels, bis zur Spitze des Schnabels. — Soll nun dieſe Vorrichtung zum Gebrauche eingerichtet werden, ſo verſtopft man die Röhrenmündung h, füllt den obern Theil des Fußgeſtells a b e f durch irgend eine Öffnung s mit Waſſer, verſtopft dieſe Öffnung nach geſchehener Füllung, öffnet wieder die Röhrenmündung h, und hält ſie mit dem Finger verſchloſſen. Wenn wir jetzt dem Vogel einen vollen Becher vorhalten, und die Mündung h frei laſſen, ſo wird er mit Begierde und ſchreiend trinken; denn das Öffnen der Mündung h hat zur Folge, daß das Waſſer der obern Abtheilung ſogleich durch die Röhre k l in die untere Abtheilung dringt, die Luft durch die Röhre g h entweicht, das darin befindliche Pfeifchen zur Anſprache bringt, und die Feuchtigkeit aus dem Becher durch die Röhre n m, als Erſatz der Ausleerung, eingeſogen wird. Iſt der Becher geleert, halten wir wieder die Mündung h zu, und der Vogel ſchweigt. Um aber gleichſam den Durſt des Vogels anzudeuten, müſſen wir ſchon, wenn der Becher ſich nur nähert, durch mehrmaliges Aufheben des Fingers ein abgebrochenes Geſchrei bewirken.

Der magiſche Waſſerkrug.

Heron. Spital. p. 188 et 189.

Es ſei a b (Fig. 23) der beſagte Krug, und c d eine Scheidewand, die den Hals deſſelben unten luftdicht verſchließt. Durch dieſe Scheidewand gehe die an beiden Enden offene Röhre e f, deſſen untere Mündung nur ſo weit vom Bo-

den abſteht, als zur freien Bewegung des Waſſers nöthig iſt. Ferner befinde ſich im Kruge a b ein gebogener Heber g h k, welcher bis nahe an die Scheidewand c d reicht, und deſſen längerer Schenkel in Geſtalt eines offenen Hahnes k nach außen geht. Dicht unter der Scheidewand habe endlich noch der Krug ein Luftloch m. — Bei einem ſo eingerichteten Kruge ſteht es nun in unſerer Willkühr, ob das durch den Hals eingegoſſene Waſſer aus dem Hahn k abfließen ſoll oder nicht; denn laſſen wir das Luftloch m offen, ſo dringt das eingegoſſene Waſſer durch die Röhre e f in den Krug, die Luft entweicht aus m, und der Hahn k fließt erſt, wenn der Krug ganz voll iſt. Halten wir hingegen das Luftloch m zu, ſo geht zwar ebenfalls das eingegoſſene Waſſer durch die Röhre e f, füllt aber, da die eingeſchloſſene Luft Widerſtand leiſtet, nur einen geringen Theil des Kruges, und ſteigt dann in dem Heber ſo lange empor, bis dieſer zum Fluſſe kommt. Jedesmal alſo, wenn wir das Luftloch m zuhalten, wird der Hahn k fließen, es mag ſchon vorher Waſſer eingegoſſen worden ſein oder nicht; iſt aber der Hahn einmal im Fluſſe, und wir öffnen das Luftloch, ſo wird auch alles im Kruge enthaltene Waſſer auslaufen.

Der Gießbrunnen.

Heron. Spirital. p. 190.

Auf einem von allen Seiten luftdicht verſchloſſenen Fußgeſtell a b c d (Fig. 24) befinde ſich ein Waſſerbecken e f, und daneben ſtehe ein Satyr, einen Schlauch in den Händen haltend. Das Fußgeſtell a b c d ſei aber in der Mitte durch die Scheidewand g h in zwei Theile getheilt, und die an beiden Enden offenen Röhren k l und m n darin befeſtigt. Die Röhre k l gehe oben bis nahe an den Deckel, unten reiche ſie indeſſen nur wenig durch die Scheidewand; die Röhre m n hingegen nähere ſich unten dem Boden ſo viel, als es die freie Bewegung des Waſſers erlaubt, oben aber durchdringe ſie den Deckel ſelbſt, und ſei bei m mit dem Waſſer-

becken e f, deſſen Boden durchbohrt iſt, zuſammengelöthet. Ferner gehe eine andere, ebenfalls an beiden Enden offene, Röhre p r s oben durch den Deckel, den einen Fuß des Satyrs, deſſen Leib, und durch den Schlauch, unten aber ſei ſie von der Scheidewand ſo weit entfernt, als zum Durchſtrömen des Waſſers erforderlich iſt. — Soll nun der Gießbrunnen in Thätigkeit geſetzt werden, ſo füllt man die obere Abtheilung des Fußgeſtells a b g h durch irgend eine Öffnung t ſo weit mit Waſſer an, daß deſſen Oberfläche beinahe die Röhrenmündung l erreicht, verſtopft nach geſchehener Füllung die Öffnung t wieder vollkommen luftdicht, und gießt dann auch das Becken e f voll Waſſer. Dies Waſſer geht aber ſogleich durch die Röhre m n in die untere Abtheilung des Fußgeſtells c d g h, und treibt einen Theil der eingeſchloſſenen Luft durch die Röhre k l in die obere Abtheilung des Fußgeſtells, hierdurch entſteht ein Druck auf das in derſelben befindliche Waſſer, welches, dieſem Drucke weichend, in der Röhre p r s empor ſteigt, und ſich bei s in das Becken ergießt. Das in das Becken ſich ergießende Waſſer dringt aber gleichfalls in die untere Abtheilung des Fußgeſtells, treibt von neuem Luft in die obere Abtheilung, und dieſe wieder Waſſer durch die Röhre p r s, und ſo dauert die Bewegung ſo lange ununterbrochen fort, als noch Waſſer in der obern Abtheilung iſt. Daß nun die Ausleerung der obern Abtheilung nicht zu bald erfolge, muß die Röhrenmündung s ziemlich eng ſein.

Die Kapelle.

Heron. Spirital. p. 192 et 193.

Auf einem Fußgeſtell ſteht eine Kapelle (*ναὸς*), und vor derſelben ein Altar; wird Feuer auf dem Altar angezündet, ſo öffnen ſich die Thürflügel der Kapelle, löſcht man das Feuer aus, ſo ſchließen ſie ſich wieder. Die Einrichtung iſt folgende: Es ſei a b c d (Fig. 25) das beſagte Fußgeſtell, e f die Kapelle, und g h ein aus

dünnem Bleche luftdicht gearbeiteter Altar. Durch den Boden des Altars und den Deckel des Fußgeſtelles gehe die kurze Röhre k, an welcher unten ein kleiner, ebenfalls luftdicht gearbeiteter, und gegen den Deckel zuſammengedrückt gehaltener, Schlauch m befeſtigt iſt. Jeder Thürflügel der Kapelle habe ferner oben und unten Gewindhaſpen; doch müſſen die Bolzen der untern Haſpen in denjenigen Gewinden, welche an den Thürflügeln ſelbſt ſitzen, unbeweglich eingelöthet, und ſo lang ſein, daß ſie durch den Deckel des Fußgeſtells durchreichen, und die beiden Walzen n und o — welche unten mit ihren zugeſpitzten Enden auf kleinen Unterlagen laufen — daran oben befeſtigt werden können. Die Bewegung dieſer Walzen aber wird durch zwei Schnüre bewerkſtelligt. Die obere Schnur, welche bei m an den Schlauch geknüpft worden, gehe über eine kleine Rolle p, und ſei ſo um die beiden Walzen gewickelt, daß, wenn ihr Ende bei m angezogen wird, ſich die Thürflügel öffnen; die untere Schnur ſei in entgegengeſetzter Ordnung um die Walzen geſchlungen, gehe über eine kleine Rolle r, und trage an ihrem Ende das Gewicht s, welches durch ſeine Schwere die Thürflügel geſchloſſen hält. — Wenn wir nun Feuer auf dem Altar anzünden, ſo wird die eingeſchloſſene Luft erwärmt und verdünnt, ein Theil derſelben entweicht durch die Röhre k, und dehnt den Schlauch m in die Länge aus, dieſer aber zieht das angeknüpfte Ende der obern Schnur mit ſich herab, und bewirkt dadurch das Öffnen der Thürflügel; löſchen wir das Feuer aus, ſo zieht ſich die Luft des Altars zuſammen, das Gewicht s bekommt die Übermacht, und die Kapelle ſchließt ſich wieder.

Die Waſſerwage (*ὑδροσκόπιον*).

Synes. Epist. 15.

Es ſei a b (Fig. 26) eine Röhre von mäßiger Weite, worauf der Länge nach eine Linie gezogen iſt, die von verſchiedenen Querlinien durchſchnitten wird. Das un=

untere Ende der Röhre ſei mit einem kleinen hohlen Gefäße c d verbunden, welches das Baryllion (*βαρύλλιον*) heißt, und die Geſtalt eines Kegels hat. — Wird nun das Baryllion ins Waſſer gethan, ſo ſinkt es, mit aufrechtſtehender Röhre, bis zu einer gewiſſen Tiefe unter; doch in leichterem Waſſer tiefer als in ſchwererem. Es kann daher an der Röhre, vermittelſt der Querlinien, die eigenthümliche Schwere jedes Waſſers (oder anderer Flüſſigkeiten) erkannt werden.

Die Maaßkanne.

Heron. Spirital. p. 195 et 196.

Es ſei a b (Fig. 27) die beſagte Kanne, und c d eine Scheidewand, welche den Hals derſelben unten luftdicht verſchließt. Eine andere Scheidewand aber durchſchneide der Länge nach den hohlen Henkel, und jede Abtheilung deſſelben habe oben ein Luftloch und unten einen Eingang in die Kanne; das Luftloch der einen Abtheilung des Henkels ſei e, und der Eingang in die Kanne f; das Luftloch der andern Abtheilung ſei g, und der Eingang in die Kanne h. Ferner befinde ſich nahe über dem Boden der Kanne eine kleine hohle Kugel k l, welche dasjenige Maaß faßt, nach welchem eingeſchenkt werden ſoll. Durch die Scheidewand c d aber werde eine enge Röhre m n herabgelaſſen, die zugleich mit der Kugel k l durchbohrt iſt. An der Seite habe die Kugel k l zwei kleine Löcher; das Loch p ſei ganz frei, in das Loch r aber werde die an beiden Enden offene Röhre r h ſo eingeſetzt, daß ihre obere Mündung bei h in die Abtheilung des hohlen Henkels h g fährt. Beim Füllen der Kanne wird das Luftloch g mit dem Daumen verſchloſſen gehalten, und die Flüſſigkeit in den Hals gegoſſen, von wo aus ſie ſich durch die Röhre m n und das Loch p in den Bauch der Kanne begiebt, die Luft aber durch f e entweicht. — Wenn wir nun einſchenken wollen, ſo verſchließen wir auch das Luftloch e, neigen die Kanne zum Guſſe, und öffnen das Luftloch g; die in der kleinen Kugel und

der Röhre m n enthaltene Flüſſigkeit wird daher bei m ausſtrömen. Verſchließen wir wieder das Luftloch g, öffnen e, und richten die Kanne auf, ſo wird ſich die kleine Kugel, und auch ein Theil der Röhre m n, durch das Loch p von neuem füllen, die hierdurch entſtandene Ausleerung im Bauche der Kanne aber, vermittelſt der Henkelabtheilung f e, durch Luft erſetzt werden. Beim zweiten Einſchenken ereignet ſich daſſelbe wie beim erſten, nur daß allerdings etwas weniger ausfließt, indem die Röhre m n nicht eben ſo hoch angefüllt war; da aber dieſe Röhre nur einen geringen Durchmeſſer hat, ſo iſt dieſer Unterſchied nicht beachtenswerth.

Das Ballſpiel.

Heron. Spirital. p. 198.

Es ſei a b (Fig. 28) ein Keſſel mit feſt aufgeſchraubtem Deckel, aus deſſen Mitte ſich eine mit ihm durchbohrte, und oben trichterartig ſich erweiternde Röhre erhebt, deren Mündung durch einen hineingelegten Ball (oder leichte Kugel) verſchloſſen wird. — Wenn wir nun den halb mit Waſſer gefüllten Keſſel auf das Feuer ſetzen, und das Waſſer zu ſieden anfängt, ſammeln und verdichten ſich die aufſteigenden Dämpfe oben im Keſſel, werfen den Ball in die Höhe, und ein Theil der Dämpfe entweicht durch die geöffnete Röhre, bis der zurückfallende Ball von neuem den Ausgang verſchließt, und das Vorige ſich wiederholt.

Der Dampfkreiſel.

Heron. Spirital. p. 202.

Es ſei wiederum a b (Fig. 29) ein mit Waſſer gefüllter Keſſel, und c d ſein luftdicht aufgeſchraubter Deckel. Bei f ſei der Deckel durchbohrt, und darin die ge-

bogene, an beiden Enden offene, Röhre f g h feſtgelöthet, und oben bei h einer kleinen hohlen Kugel x beweglich eingefügt. Der Röhre f g h gegenüber ſtehe aber ein ihr gleichgebogener Zapfen k l m, welcher mit ſeiner Spitze bei m, die Kugel hält. Ferner habe die Kugel x noch zwei kleine Röhren n und p welche im Durchmeſſer mit derſelben durchbohrt, und rechtwinklicht gekrümmt ſind. — Sobald nun der Keſſel auf das Feuer geſetzt worden, und die Dämpfe aus dem ſiedenden Waſſer aufſteigen, werden ſie durch die Röhre f g h in die Kugel x gelangen, aus den Mündungen der kleinen gekrümmten Röhren n und p mit Heftigkeit herausfahren, gegen die äußere Luft ſtoßen, und ſo, vermöge der Rückwirkung, die Kugel herumdrehen.

Die Sonnentraufe.

Heron. Spirital. p. 200.

Es ſei a b (Fig. 30) ein offenes Gefäß, c d ein daran befeſtigtes Geſtell, und e f eine hohle, auf dem Geſtell c d ruhende, und unten mit mehreren kleinen Löchern verſehene, gläſerne Kugel. In dieſe Kugel aber gehe die enge gläſerne Röhre g h, deren obere Mündung bei h nicht weit vom Scheitelpunkte der Kugel entfernt iſt, ihre untere Mündung bei g hingegen bis nahe auf den Boden des Gefäßes a b reicht. — Soll nun dieſe Vorrichtung in Thätigkeit geſetzt werden, ſo nehmen wir die Kugel e f von ihrem Geſtelle, drehen ſie um, und füllen ſie durch die Röhrenmündung g etwa bis zur Hälfte mit Waſſer an, indem die Luft durch die kleinen Löcher entweicht. Hierauf gießen wir auch einiges Waſſer in das Gefäß a b, bedecken die Röhrenmündung g mit dem Finger, drehen die Kugel wieder um, legen ſie auf ihr Geſtell, und wenn die Mündung g unter Waſſer ſteht, nehmen wir den Finger weg. Die kleinen Löcher der Kugel werden folglich, da das Waſſer des Gefäßes a b die Röhrenmündung g verſtopft, keine Feuchtigkeit durchlaſſen; ſtellen wir

aber die Kugel in die Sonne, ſo wird die Hitze derſelben die eingeſchloſſene Luft verdünnen, das Waſſer hierauf durch die kleinen Löcher dringen, und tropfenweiſe in das Gefäß a b herabfallen. Tritt jedoch die Sonne hinter eine Wolke, ſo hört das Träufeln auf, und die ſich zuſammenziehende Luft ſaugt das ausgelaufene Waſſer durch die Röhre g h wieder an ſich. Bricht die Sonne von neuem hervor, ſo beginnt auch das Träufeln wieder.

Die Waſſerſauge.

Heron. Spirital. p. 204. et 205.

Es ſei a b c d (Fig. 31) ein von allen Seiten luftdicht verſchloſſenes Gefäß, e f eine Scheidewand, welche das Gefäß in zwei gleiche Theile theilt, und g h ein weiter gläſerner Lauf, der oben verſchloſſen, unten aber offen und mit dem Deckel a b luftdicht zuſammengekittet iſt. Durch den Deckel und die Scheidewand gehe die an beiden Enden offene Röhre k l, und reiche oben bis nahe an das Dach des Laufes, unten aber dringe ſie nur wenig durch die Scheidewand. Eine zweite an beiden Enden offene Röhre m n führe ebenfalls in den Lauf, und nähere ſich unten der Scheidewand ſo viel, als es die freie Bewegung des Waſſers erlaubt. Ferner diene zur Füllung der untern Abtheilung des Gefäßes c d e f die Röhre r s, welche durch den Deckel und die Scheidewand bis nahe auf den Boden geht, während die Luft durch die beiden Röhren l k, und n m und das Luftloch q entweicht, welches auch zugleich zur Füllung der obern Abtheilung des Gefäßes a b e f beſtimmt iſt. Endlich habe noch die untere Abtheilung dicht am Boden den Hahn p. — Sind nun beide Abtheilungen des Gefäßes gefüllt, und wir öffnen den Hahn p, ſo wird die Luft aus dem Laufe ſich durch die Röhre k l in den vom Waſſer verlaſſenen Raum der untern Abtheilung begeben; die Ausleerung der Luft im Laufe aber vom Waſſer der obern Abtheilung erſetzt werden, welches durch die Röhre m n

in den Lauf dringt, und ſo lange darin emporſteigt, als der Hahn p im Fluſſe bleibt. Hat aber dieſer zu fließen aufgehört, ſo wird das emporgeſtiegene Waſſer wieder in die obere Abtheilung zurücktreten, indem die Luft durch den Hahn p und die Röhre l k zum Erſatze eindringt.

Der Schröpfkopf ohne Feuer.

Heron. Spirital. p. 207 et 208.

Es ſei a b c d (Fig. 32) ein gewöhnlicher Schröpfkopf, verſehen aber mit einer Scheidewand e f, und zwei Hähnen g und h; der Hahn g befinde ſich am Boden, der Hahn h an der Seite, dicht unter der Scheidewand, mit welcher er bei k gemeinſchaftlich durchbohrt iſt. — Um nun dem Schröpfkopfe die anziehende Kraft mitzutheilen, müſſen wir mit dem Munde, und zwar zu wiederholten Malen, durch den Hahn g ſo viel Luft als nöthig herausſaugen. Wenn hierauf der Schröpfkopf, wie es gebräuchlich iſt, an das Fleiſch geſetzt und der Hahn h geöffnet worden, ſo tritt ein Theil der in der obern Abtheilung a b e f befindlichen Luft durch die Öffnung k in die untere Abtheilung c d e f, und bringt die bezweckte Wirkung hervor.

Die Waſſerſchlange.

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 12.

Es ſei a b (Fig. 33) ein gläſernes ganz mit Waſſer angefülltes Gefäß, deſſen Hals mit einer Blaſe feſt zugebunden iſt. In dieſem Gefäße und dem Waſſer befinde ſich eine kleine gewundene, aus farbigem Glaſe hohl geblaſene, und mit Luft

erfüllte Schlange c d, *) die unten bei c ein kleines Loch hat, und deren Gewicht, zuſammen mit der eingeſchloſſenen Luft, etwas leichter als Waſſer iſt. — Drücken wir nun mit dem Finger auf die Blaſe, ſo dringt das Waſſer, da es nirgends ausweichen kann, durch das kleine Loch c in die Schlange, und drückt die in derſelben befindliche Luft zuſammen. Dies vermehrt das Gewicht der Schlange, und ſie ſinkt nieder. Nehmen wir aber den Finger von der Blaſe weg, ſo treibt die verdichtete Luft das eingedrungene Waſſer wieder mit Heftigkeit heraus, wodurch der Schlange zugleich eine ſteigende und drehende Bewegung mitgetheilt wird; die ſteigende Bewegung entſteht, weil die Schlange leichter geworden; die drehende, weil das ausgetriebene Waſſer gegen das die Schlange umgebende ſtößt, und eine Rückwirkung verurſacht.

Die Gewichtſchenke.

Heron. Spirital. p. 215.

Es ſei a b (Fig. 34) ein verſchloſſenes Fußgeſtell, und c d ein darauf ſtehender großer Krug. Dicht über dem Boden habe der Krug c d einen offenen Hahn e, und ſein Hals werde unten von der Scheidewand f g luftdicht verſchloſſen. Ferner enthalte der Krug zwei an beiden Enden offene Röhren h k und l m; die Röhre h k gehe oben durch die Scheidewand, und reiche unten bis nahe auf den Boden; die Röhre l m hingegen reiche oben bis nahe an die Scheidewand, unten aber gehe ſie durch den Boden des Kruges und den Deckel des Fußgeſtells. Das Fußgeſtell endlich habe an der vordern Seite bei n eine Öffnung, in welcher der durchgeſteckte Stab p r ſich um einen Bolzen bewegt. Auswendig an dem Stabe p r hänge

*) Es kann auch jede andere Geſtalt ſein, denn Vitruvius bedient ſich bloß des allgemeinen Ausdrucks Engibata. So kann auch das Gefäß, ſtatt durch eine Blaſe, vermittelſt einer Schraube verſchloſſen werden.

ein verſchiebbares Gewicht s, inwendig aber ein mit einer kleinen Bodenöffnung verſehenes Gefäß t, welches die Klepsydra (κλεψύδρα) genannt wird. — Soll nun die beſchriebene Vorrichtung in Thätigkeit geſetzt werden, ſo verſtopfen wir den Hahn e, und füllen den Krug c d durch die Röhre h k mit Wein, indem die Luft durch die Röhre l m entweicht. Dann füllen wir auch das Fußgeſtell a b durch irgend eine Öffnung x ſo weit mit Waſſer an, daß deſſen Oberfläche die Röhrenmündung m nur eben erreicht. Jetzt öffnen wir wieder den Hahn e, welcher nicht fließen wird, da das Waſſer die Röhrenmündung m verſchloſſen hält, und alſo der auslaufende Wein nicht durch Luft erſetzt werden kann. Wenn wir aber das Gewicht s mehr nach p hin verſchieben, ſo wird ſich ein Theil der Klepsydra aus dem Waſſer erheben, die Röhrenmündung m dadurch frei werden, und der Hahn e ſo lange ſtrömen, bis das in der Klepsydra erhobene Waſſer durch die Bodenöffnung ausgelaufen iſt, und die Röhrenmündung m von neuem verſchloſſen wird. Je mehr wir alſo das Gewicht nach p hin verſchieben, je höher wird ſich die Klepsydra erheben; folglich auch das erhobene Waſſer und der Hahn e länger fließen. Nachdem wir nun durch Verſuche die Maaße gefunden, welche der Hahn ſtrömen ſoll, müſſen wir in den äußern Theil des Stabes n p Einſchnitte und Verzeichnungen dieſer Maaße machen; ſo daß, wenn ein beſtimmtes Maaß verlangt wird, wir das Gewicht zu jenem Einſchnitte führen, und den Hahn frei fließen laſſen.

Der Opfertanz.

Heron. Spirital. p. 221.

Es ſei a b c d (Fig. 35) ein runder hohler Altar; die Oberplatte deſſelben a b ſei aus dünnem Bleche verfertigt, die Umgebung e f aber beſtehe aus Glas, und habe mehrere Luftlöcher. Unter der Brandſtelle ſei der weite Lauf g h mit ſeinem offenen Ende an die Oberplatte des Altars feſtgelöthet, das untere Ende des

Laufes aber habe einen Boden, in deſſen Mitte ſich eine mäßige Öffnung befindet. Dicht unter dem Laufe g h liege eine bewegliche Scheibe k m, auf welcher Geſtalten ſtehen. In der Mitte ſei dieſe Scheibe ebenfalls durchbohrt, und eine ganz kurze Röhre durchgetrieben, welche unten verſchloſſen iſt, und in eine Spitze ausgeht, die auf einer Unterlage ruht; oben ſei hingegen dieſe Röhre offen, und in die Bodenöffnung des Laufes g h beweglich eingefügt. Ferner müſſen von der kurzen Röhre vier enge Röhrchen n ausgehen, die mit ihr gemeinſchaftlich durchbohrt worden, auf der Scheibe k m in Rinnen liegen, und an ihren Enden im rechten Winkel gebogen ſind. — Wird nun das Opfer auf dem Altar angezündet, ſo tritt ein Theil der verdünnten Luft aus dem Laufe g h in die kurze Röhre, und von da in die Röhrchen n, fährt mit Heftigkeit aus den Mündungen derſelben, ſtößt auf die umgebende Luft, und dreht ſo durch Rückwirkung die Scheibe k m herum, welches macht, daß die darauf ſtehenden Geſtalten zu tanzen ſcheinen.

Die unverſiegliche Lampe.

Heron. Spirital. p. 222.

Ragt das Öhlbehältniß über die Lampe empor, ſo kann man den Zufluß und deſſen Hemmung auf die nemliche Art wie beim unverſieglichen Becher bewirken; ſoll aber die Stellung der Lampe ganz frei ſein, ſo muß folgende Einrichtung getroffen werden. Es ſei a b (Fig. 36) die beſagte Lampe, und ſie ſtehe auf einem von allen Seiten luftdicht verſchloſſenen Fußgeſtell c d e f; dies Fußgeſtell enthalte zwei Scheidewände g h und k l, und fünf verſchiedene an beiden Enden offene Röhren. Die Röhre m n reiche oben bis nahe an den Deckel des Fußgeſtells, und durchdringe beide Scheidewände, die untere jedoch nur wenig; die Röhre p q reiche unten bis nahe an die Scheidewand k l, durchdringe die Scheidewand g h, und gehe oben durch den Deckel c d; die Röhre r s durchdringe oben die Scheidewand k l, und

gehe

gehe unten bis nahe auf den Boden des Fußgeſtells; die Röhre t u reiche unten bis nahe auf die Scheidewand g h, und gehe oben durch den Deckel des Fußgeſtells und die ganze Lampe; die Röhre v x endlich reiche unten nur wenig durch die Scheidewand g h, durchdringe aber oben den Deckel des Fußgeſtells, einen Theil der Lampe, und gehe bei x in den hohlen Henkel (ὄϱος) x z, der bei z ſeine Mündung hat. — Soll nun die Lampe zum Gebrauche eingerichtet werden, ſo füllen wir die obere Abtheilung des Fußgeſtells c d g h durch die Röhre u t mit Öhl, die Luft aber entweicht durch die Röhren n m, s r und q p; nach geſchehener Füllung verſtopfen wir die Mündung u, und füllen die mittlere Abtheilung g h k l durch die Röhre p q mit Waſſer, indem die Luft durch die Röhre v x z entweicht. Da nun die Röhre v x z der Luft einen freien Zugang in die mittlere Abtheilung geſtattet, ſo wird, wenn wir die Mündung u wieder öffnen, das Waſſer durch die Röhre r s in die untere Abtheilung zu fließen anfangen, die vertriebene Luft durch die Röhre m n in die obere Abtheilung gehen, und das Öhl, da es viel leichter als Waſſer iſt, ſo lange durch die Röhre t u emporbrücken, bis die Oberfläche deſſelben die Mündung des Henkels z erreicht hat; denn ſobald das Öhl dieſe Mündung verſchließt, hört das Waſſer durch r s zu fließen auf, indem keine Luft mehr als Erſatz eindringen kann. Wird aber die Lampe mit einem Dochte verſehen und angezündet, ſo verzehrt die Flamme nach und nach das Öhl, es ſinkt, und die Mündung z wird frei; in dem Augenblicke jedoch wo die Mündung z frei wird, quillt auch das Öhl von neuem durch t u empor, und verſchließt ſogleich wieder die geöffnete Mündung z. Folglich bleibt die Lampe, ſo lange noch Öhl in c d g h enthalten iſt, immer gleich hoch angefüllt.

Der Springbrunnen.

Heron. Spirital. p. 164.

Es ſei a b (Fig. 37) eine hohle eherne Kugel von beträchtlicher Größe, deren Wände äußerſt feſt ſein müſſen, um die bevorſtehende ſtarke Verdichtung der Luft er-

tragen zu können. Unten ruhe die Kugel a b auf einem Fußgeſtelle c, oben ſei ſie im Scheitelpunkte durchbohrt, und die an beiden Enden offene Röhre d e f ſo darin eingelöthet, daß ihre untere Mündung nicht weiter vom Boden der Kugel abſteht, als es die freie Bewegung des Waſſers erfordert; der außerhalb der Kugel befindliche Theil der Röhre e f werde aber von einer Querröhre g h durchſchnitten, in welcher ſich der, mit der Röhre d e f gleichmäßig durchbohrte, und vollkommen luftdicht eingeriebene Hahn k befindet. Ferner ſei die Röhre d e f oben bei f mit einer weiblichen Schraube verſehen, und die kurze, in eine enge Mündung auslaufende Röhre m n — das Gußrohr genannt — darin feſtgeſchraubt. — Soll nun der Springbrunnen zum Gebrauche eingerichtet werden, ſo nimmt man das Gußrohr von der Röhre d e f ab, ſchraubt den Lauf a b der Luftpumpe darauf, und pumpt einen Theil der eingeſchloſſenen Luft heraus; hierauf verſchließt man den Hahn, nimmt die Luftpumpe ab, hält die Röhrenmündung f ins Waſſer, öffnet wieder den Hahn, und läßt auf dieſe Art die Kugel (wie das medicíniſche Ei) ſich etwa bis zur Hälfte füllen. Wenn dies geſchehen, ſchraubt man den Lauf f g der Luftpumpe auf, und verdichtet die Luft ſo ſtark, als es ohne Gefahr des Zerſpringens der Kugel geſchehen kann. Iſt aber die Luft hinlänglich verdichtet, ſo verſchließt man wieder den Hahn, nimmt die Luftpumpe ab, und ſchraubt das Gußrohr auf. Da nun das in der Kugel enthaltene Waſſer von der verdichteten Luft einen heftigen Druck erleidet, ſo wird es, wenn wir jetzt den Hahn öffnen, durch die Röhren d e f und m n emporſteigen, und bei n mit großer Kraft in die freie Luft ſpringen.

Die Feuerſpritze.

Heron. Spirital. p. 180.

Es ſeien a und b (Fig. 38) zwei eherne Waſſerpumpen, von der bereits Seite 19 angegebenen Einrichtung, c und d aber die beiden Leitröhren, e und f die beiden Gewindklappen, g und h die beiden Paukenklappen, k und l die beiden Kolben,

m und n die beiden Kolbenſtangen. Zwiſchen den Pumpen befinde ſich ferner eine eherne Kugel p q, zubereitet wie die des oben beſchriebenen Springbrunnens. Unten ſei dieſe Kugel an beiden Seiten durchbohrt, und mit den Enden der Leitröhren c und d zuſammengelöthet, oben durch ihren Scheitelpunkt gehe hingegen die Steigröhre r s, auf welche das Gußrohr s t geſchraubt iſt. Um aber dem Waſſerſtrahl jede beliebige Richtung geben zu können, ſei die Steigröhre r s aus drei in einander eingeriebenen Stücken zuſammengeſetzt, und mit zwei Wendungen, einer wagrechten u, und einer ſenkrechten v, verſehen. Jede dieſer Wendungen beſtehe aus drei runden, in der Mitte durchbohrten Scheiben, von denen die beiden äußerſten dieſelbe Größe haben, die mittelſte aber kleiner iſt; die unterſte und mittelſte Scheibe werden an ihre Röhren feſtgelöthet, die oberſte aber muß die eingeriebene Röhre beweglich wie ein Ring umgeben, und durch Schrauben an die unterſte Scheibe befeſtigt ſein. Die Bewegung der Kolben geſchehe endlich vermittelſt eines doppelarmigen Hebels $\beta\ \gamma$, der ſich in der Mitte um einen Bolzen δ dreht, und an welchen auch die Kolbenſtangen bei ε und ζ durch Bolzen befeſtigt ſind. Die ganze Maſchiene aber werde ſo auf einem Fuhrwerk angebracht, daß ihr unterer Theil in einem Gefäße mit Waſſer ſteht, und der Bolzen δ eine hinlängliche Unterſtützung erhält. — Drücken wir nun den Hebelarm $\delta\ \gamma$ nieder, ſo ſenkt ſich der Kolben l, die Klappe h fällt zu, die Klappe f öffnet ſich, und das von der Pumpe b geſchöpfte Waſſer dringt durch die Leitröhre d in die Kugel p q; in derſelben Zeit ſteigt aber der Kolben k, die Klappe e fällt zu, die Klappe g wird aufgezogen, und die Pumpe a füllt ſich wieder mit Waſſer. Während alſo der Kolben l das geſchöpfte Waſſer in die Kugel treibt, ſchöpft die Pumpe a neues, und während der Kolben k das geſchöpfte Waſſer in die Kugel treibt, ſchöpft die Pumpe b neues. Nun iſt aber die Kugel p q mit Luft angefüllt, und da das eindringende Waſſer ſogleich die untere Mündung r der Steigröhre verſtopft, einen großen Theil der Kugel einnimmt, und folglich die eingeſchloſſene Luft ſehr ſtark verdichtet; ſo entſteht dadurch rückwirkend ein gewaltiger Luftdruck auf das eingedrungene Waſſer, welches, dem Drucke wei-

chend, in den Röhren r s und s t emporſteigt, und ſich bei t in einem ununterbrochenen Strahl ergießt.

Die Waſſermühle.

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 10.

Es ſei a b (Fig. 39) ein Waſſerrad, an deſſen Welle das ſenkrechtſtehende Kammrad c d befeſtigt iſt. Neben dem Kammrade c d aber befinde ſich ein anderes viel kleineres Kammrad e, doch in wagrechter Lage, und ſo nahe, daß die Zähne beider Räder in einander greifen. An der Welle des kleinern Rades ſei ferner oben das Mühleiſen (ferrea subscus) befeſtigt, welches den beweglichen Mühlſtein oder Läufer (mola) trägt; über den Mühlſteinen aber hänge der Trichter f, welcher das zu mahlende Getreide enthält. — Wird nun das Waſſerrad angelaſſen, ſo dreht ſich zugleich auch das Rad c d, und dieſes bewegt wieder das Rad e und den Läufer; ſo daß alſo auf dieſe Art das aus dem Trichter fallende Korn zwiſchen den Mühlſteinen zu Mehl zerrieben wird.

Die Waſſertrommel (tympanum).

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 9.

Maſchinen zur Erhebung des Waſſers kannten die Alten fünf: die Waſſertrommel, das Kaſtenrad, die Eimerwinde, die Waſſerſchraube, und das Kteſibiſche Druckwerk. Die Waſſertrommel und das Kteſibiſche Druckwerk ſind darunter die vorzüglichſten; denn die Waſſertrommel hebt das Waſſer zwar nicht hoch, aber ſie ſchöpft in kurzer Zeit eine ungeheure Menge aus; das Kteſibiſche Druckwerk hingegen liefert weniger Waſſer, erhebt es indeſſen wieder erſtaunlich hoch. In Hinſicht der Einfach-

heit hat aber die Waſſertrommel den Vorzug vor allen andern Maſchinen. Verfertigt wird ſie auf folgende Art:

Es ſei a b (Fig. 40) ein nach dem Zirkel abgerundeter und an beiden Enden mit eiſernen Zapfen verſehener Wellbaum. Um dieſen Wellbaum herum errichte man zwei aus Bretern zuſammengeſchlagene runde Scheiben, welche die Seitenwände des hohlen Rades (der Trommel) c d bilden; im Innern des Rades aber ziehe man, in gleichen Abſtänden, acht breterne Querwände e, die ſämmtlich vom Wellbaume anfangen, und bis an die Stirn des Rades gehen. Die Stirn des Rades verſchlage man rings umher ebenfalls mit Bretern, laſſe jedoch darin, zum Einſchöpfen des Waſſers, acht Öffnungen m, die etwa einen halben Fuß breit ſind, und nicht weit von denjenigen Querwänden entfernt ſein müſſen, nach welchen hin das Rad ſich herumdreht, ſo daß jede Abtheilung, gleich beim Eintritt ins Waſſer, ihre Füllung beginnen kann. Ferner mache man in der einen Seitenwand des Rades, nächſt am Wellbaume a, der hier nur wenig aus dem Rade hervorragt, acht runde Löcher n, die zum Ausſtrömen des von jeder Abtheilung geſchöpften Waſſers dienen. Nachdem man hierauf das Rad wie ein Schiff getheert hat, errichte man es über dem Waſſer auf ſtarken Pfählen p, die da, wo die Zapfen aufliegen, mit Eiſen beſchlagen ſein müſſen; unter den Wellbaum a ſtelle man aber einen hölzernen Trog q, der mit einer Ableitungsrinne r verſehen iſt. — Wird nun das Rad umgedreht, ſo ſinkt das, in die innern Abtheilungen eingedrungene und durch das Umdrehen empor gehobene, Waſſer nach dem Wellbaume zu, und ergießt ſich hier aus den Löchern n, während dieſelben über den Trog q weggehen. Das Umdrehen aber geſchieht entweder vermittelſt eines an derſelben Welle angebrachten Tretrades, oder, wenn die Maſchiene in fließendem Waſſer ſteht, vermittelſt Schaufeln, die man auf der einen Seite des Rades anſetzt.

Das Kaſtenrad.

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 9 et 10.

Es ſei wiederum a b (Fig. 41) ein nach dem Zirkel abgerundeter, und an beiden Enden mit eiſernen Zapfen verſehener Wellbaum, um welchen herum man mehrere ſtarke Stangen c, die Stirn des Rades zu tragen, errichtet hat. Die Stirn des Rades aber ſchlage man aus Bretern zuſammen, und befeſtige daran viereckige hölzerne Kaſten d. Dieſe Kaſten verſehe man mit Deckeln, *) laſſe jedoch, in einiger Entfernung vom Rade, zollbreite Öffnungen e; an der Seite, dicht unter den Deckeln, und ganz nahe am Rade, bohre man aber die Löcher g. — Wird nun das Rad umgedreht, ſo ſchöpfen die Kaſten das Waſſer durch die Öffnungen e, und gießen es oben, während ſie über den Trog h gehen, durch die Löcher g wieder aus; es füllen und entladen ſich folglich die Kaſten auf die nehmliche Art, wie die Abtheilungen der Waſſertrommel. In fließendem Waſſer dienen die Kaſten zugleich auch als Schaufeln, in ſtehendem Waſſer aber muß die Maſchine durch ein Tretrad umgetrieben werden. Noch iſt zu bemerken, daß, um zu verhindern, daß die Kaſten nicht eher zu gießen anfangen, als bis ſie den Trog erreicht haben, die Löcher g eine hinreichend hohe Lage haben müſſen; welche ſie bekommen, wenn man die Kaſten nach dem Rade zu etwas weiter (höher) macht, ſo daß die Böden der Kaſten zwar mit dem Mittelpunkte des Rades eine gerade Linie bilden, die Richtung der Deckel aber darüber hinaus geht.

*) Vitruvius giebt die Einrichtung der Kaſten nicht beſonders an, es iſt aber klar, daß ſie Deckel haben müſſen; denn da die Oberfläche einer Flüſſigkeit beſtändig wagerecht bleibt, ſo kann ein offener Kaſten — wegen der ſchrägen Richtung, die er beim Aufſteigen hat — nur ſehr wenig Waſſer ſchöpfen, und ſelbſt dies wenige Waſſer wird ſich verlaufen haben, ehe noch der Kaſten den Trog erreicht.

Die Eimerwinde.

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 9.

Es ſei a b (Fig. 42) ein Tretrad, welches an demjenigen Orte aufgeſtellt ſein muß, wo hinauf das Waſſer erhoben werden ſoll. Die Welle dieſes Rades ſei mit einem Bock c verſehen, über welchem eine doppelte Kette ohne Ende hängt, die bis in das zu erhebende Waſſer hinunter reicht, und an welcher kleine kupferne, mit Deckeln verſehene Eimer d befeſtigt ſind. Durch den Deckel jedes Eimers gehe ein kleines an beiden Enden offenes Röhrchen, welches bis nahe auf den Boden reicht; in der von der Kette abgewendeten Seite aber, dicht unter dem Deckel, habe jeder Eimer zwei Löcher. — Wird nun das Tretrad in Bewegung geſetzt, ſo winden ſich die Eimer über den Bock, und das geſchöpfte Waſſer ergießt ſich aus den beiden Löchern vorwärts in den Trog e, während die Luft durch das Röhrchen als Erſatz eindringt. Wegen des Bockes iſt noch zu bemerken, daß er vollkommen rund ſein muß, indem ein ſechs- oder achteckiger die Maſchine zu ſehr erſchüttert; um daher das Abgleiten der Kette von dem runden Bocke zu verhindern, müſſen ſtarke eiſerne Klammern eingeſchlagen werden, in welche die Kette eingreift.

Die Waſſerſchraube.

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 11.

Es ſei a b (Fig. 43) eine nach dem Zirkel abgerundete hölzerne Spindel, deren dicke ſich zur Länge wie 1 zu 16 verhält. Die beiden Endflächen c der Spindel theile man, vermöge durch den Mittelpunkt gezogener Linien, in vier oder acht gleiche Theile, und zwar ſo, daß die Linien des einen Endes den Linien des andern genau gegenüberſtehen. Dieſe entſprechende Linien verbinde man durch andere ſenk-

recht gezogene Linien d, die folglich ein Achtel des Umfanges der Spindel von einander abſtehen; damit aber die Spindel, wie in der Runde, auch in der Länge in gleiche Theile abgetheilt ſei, ziehe man die, ebenfalls ein Achtel des Umfanges von einander abſtehenden Querlinien e. Wenn dies geſchehen, nehme man lange dünne weidene Stäbchen, beſtreiche ſie mit Theer, und nachdem man ſie dergeſtalt ſchräg um die Spindel gewunden hat, daß ſie über die Durchſchnittspunkte der Linien d und e weggehen, nagele man ſie darauf feſt. Auf dieſe zuerſt umgewundene Stäbchen befeſtige man nun auf gleiche Weiſe noch viele andere, bis die Gänge eine ſolche Höhe erlangt haben, daß der Durchmeſſer der Schraube einem Achtel ihrer Länge gleich geworden iſt. Hierauf ſchließe man das ganze Schraubengewinde in einen Mantel von zuſammengefügten Bretern ein, und lege darum eiſerne Reifen a, (Fig. 44) damit ihn die Gewalt des Waſſers nicht zerſprenge. Die beiden Enden der Spindel aber beſchlage man mit Blech, und verſehe ſie mit ſtarken eiſernen Zapfen. Endlich errichte man in und über dem Waſſer ein aus Pfählen und Querhölzern beſtehendes Geſtell b, bringe darin für die Zapfen eiſerne Pfannen an, und gebe der Schraube eine ſo ſchräge Lage, daß ſie mit der Oberfläche des Waſſers einen Winkel von 45 Graden bildet; ihr ſchöpfendes Ende aber unter jener Oberfläche ſteht. — Wird nun die Schraube umgedreht, ſo bewegen ſich die Gegenden der Rinnen, welche am höchſten ſtehen, abwärts, und die, welche am tiefſten ſtehen, aufwärts. Das unten in die Schraube eingetretene Waſſer nimmt aber die tiefſten Gegenden der Rinnen ein, und da dieſe ſich aufwärts bewegen, ſo wird es nicht folgen, ſondern wiederum die tiefſten Gegenden einnehmen. Allein dieſe Gegenden, obgleich jetzt die tiefſten, haben doch eine höhere Lage als die, welche das Waſſer vorher einnahm. Indem alſo das Waſſer beſtändig die tiefſten Gegenden der Rinnen einnimmt, welche es erreichen kann, ſteigt es in der umgedrehten Schraube empor, und ergießt ſich endlich oben in den Trog c. Das Umdrehen der Schraube aber kann durch ein Tretrad, oder wenn aus einem Fluſſe geſchöpft wird, durch ein Waſſerrad d e bewirkt werden, welches die Schraube ſelbſt zur Welle hat.

Das

Das Kteſibiſche Druckwerk.

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 12.

Es ſeien a und b (Fig. 45) zwei gleiche eherne Läufe (modioli), die nicht weit von einander abſtehen, und unten mit zwei aufwärtsgebogenen Leitröhren c und d verſehen ſind, welche in das, ebenfalls eherne, Gefäß e f führen, wo ihre obere Mündungen durch Gewindklappen verſchloſſen werden. Mit dem Gefäße e f aber ſei der trichterartig geſtaltete Aufſatz g h verbunden, durch deſſen Spitze die Steigröhre k l geht. Ferner müſſen auch die Böden der Läufe a und b mit Löchern und Klappen verſehen ſein, die Läufe ſelbſt aber eherne, auf der Drehbank wohl abgerundete und mit Öhl beſtrichene, Kolben m und n enthalten, welche, vermittelſt der Kolbenſtangen p und q, wechſelsweiſe auf und nieder bewegt werden, ſo daß — wie bei der Feuerſpritze des Heron — der eine Lauf ſich füllt, während das ſchon geſchöpfte Waſſer des andern in den Windkeſſel e f g h getrieben wird, von wo es die verdichtete Luft wieder durch die Steigröhre k l ausſtößt. Dieſe Steigröhre muß daher ſo lang ſein, als es die Höhe des Orts erfordert, wo hinauf das Waſſer erhoben werden ſoll. Daß aber das Waſſer durch den Druck der Luft erhoben wird, geſchieht, um den Stillſtand der Waſſerſäule in der Steigröhre aufzuheben, welcher nach jeder Kolbenſenkung eintritt; denn die Förderung des ſchon bewegten Waſſers erheiſcht einen weit geringern Kraftaufwand, als der beſtändig erneuete Antrieb des ruhenden. — Soll die Maſchine zu einem Springbrunnen dienen, ſo muß ſie als eine Feuerſpritze im Großen behandelt werden. Man führt in dieſem Fall die Steigröhre k l unter der Erde zu dem Orte hin, wo das Waſſer ſpringen ſoll, biegt ſie hier aufwärts, und verſieht ſie mit einem Gußrohr.

Was nun die Bewegung der Maſchine betrifft, ſo kann ſie wohl nur durch ein Waſſerrad die erforderliche Kraft erhalten; der vortheilhafteſte Mechanismus aber ſcheint dieſer zu ſein: Es ſei β die von dem Waſſerrade umgetriebene Kurbel, γ die

Kurbelſtange, δ eine kurze Walze, oder ein Rad mit breiter Stirn, und ε der vordere Zapfen, welcher auf irgend einem Geſtelle liegt. Dieſe Walze ſei ſo ſtark im Durchmeſſer, daß ſie den Raum zwiſchen den beiden Kolbenſtangen p und q ausfüllt, und werde von zwei ſtarken Ketten umgeben, welche mit ihren Enden an die Kolbenſtangen befeſtigt ſind; die eine Kette gehe von ζ in einer Nuthe unten um die Walze bis η, die andere von ϑ, ebenfalls in einer Nuthe, oben über die Walze bis λ; das Abgleiten der Ketten aber werde durch die Klammern μ und ν verhindert. Die Vorzüge dieſes Mechanismus ſind nun vornehmlich: daß die Kolbenſtangen ſich vollkommen ſenkrecht auf und nieder bewegen, und daß man einen ſo hohen Kolbenhub haben kann, als man nur immer will.

Die Waſſeruhr.

Vitruv. de Architect. lib. 9. cap. 6.

Es ſind uns keine Nachrichten geblieben, daß die Griechen jemals andere Werkzeuge der Zeitmeſſung gekannt hätten, als Sonnenuhren und Waſſeruhren. Die Waſſeruhren wurden jedoch erſt von Kteſibios, der etwa 150 Jahre vor C. G. lebte, erfunden; bis dahin würden alſo die Griechen bloß Sonnenuhren, und wenn die Sonne nicht ſchien, gar keine Uhren gehabt haben; folglich des Nachts und bei trübem Wetter in einer unbegreiflichen Zeitunwiſſenheit geweſen ſein. Wie iſt es nun aber denkbar, daß ein ſo geiſtreiches Volk dieſen Zuſtand durch ſo viele Jahrhunderte ganz ruhig ſollte ertragen haben? Wie iſt es denkbar, daß Archimedes, der Erfinder einer aus Rädern zuſammengeſetzten Weltmaſchine, nicht ſollte im Stande geweſen ſein, eine armſelige Gewichtuhr zu erfinden? Es wäre daher wohl möglich, daß die Griechen, ſchon vor dem Archimedes, Räderuhren gekannt hätten, und daß dieſe nur ſpäter von den vollkommneren Waſſeruhren verdrängt wurden; denn offenbar iſt diejenige Uhr die vollkommenſte, deren Gang der gleichmäßigſte

iſt, und dieſen Vorzug dürfte man wohl der Waſſeruhr nicht leicht ſtreitig machen können. Will man jedoch lieber annehmen, daß die Griechen wirklich keine Räderuhren gehabt haben, ſo möchte wohl die Urſache davon in ihrer Zeitabtheilung zu ſuchen ſein, die vielleicht nicht durch ein Räderwerk zu erreichen war; denn bekanntlich theilten die Alten jeden Tag und jede Nacht in zwölf Stunden, ſo daß bei ihnen die Sonne immer um 12 Uhr aufging, es mochte Winter oder Sommer ſein, und die Stunden des Tages und der Nacht nur zweimal im Jahre einander gleich waren. Dieſe veränderliche Größe der Stunden blieb ſelbſt noch bei den Waſſeruhren eine große Schwierigkeit, und es gab nur zwei Mittel ſie zu beſeitigen; erſtlich, durch Vermehrung oder Verminderung des Waſſerfluſſes; zweitens, daß man bei immer gleichem Waſſerfluſſe an jedem Tage das Zifferblatt veränderte, welches in dieſem Falle gewöhnlich um eine drehbare Säule angebracht war.

Die Uhren ſelbſt wurden im Allgemeinen auf folgende Art verfertigt: Man bohrte ein feines Loch durch eine Goldplatte oder einen Edelſtein, weil dieſe Gegenſtände weder durch das durchlaufende Waſſer abgenutzt werden, noch Roſt anſetzen, der die Öffnung verſtopft. Eine ſolche durchbohrte Goldplatte befeſtigte man in den Boden eines kleinen Gefäßes, Klepsydra (Seite 39) genannt, das durch den Zufluß aus einem großen Waſſerbehältniß beſtändig ganz voll erhalten wurde. Das Waſſer aber, welches durch das Bodenloch der Klepsydra immer gleichmäßig hindurch lief, ſammelte ſich in einem cylindriſchen Gefäße oder Lauf, und hob ein umgekehrtes Becken, oder einen Kork, in die Höhe. Das Steigen dieſer ſchwimmenden Körper wurde indeſſen verſchieden benutzt; war nehmlich das Zifferblatt um eine Säule angebracht, ſo ſtand auf dem Korke oder dem Becken irgend eine Geſtalt, die mit einem Stäbchen die Stunden anzeigte; war hingegen das Zifferblatt den unſrigen ähnlich, und daher eine Kreisbewegung des Zeigers nöthig, ſo befand ſich über dem Laufe eine mit Rädern verſehene Welle, die entweder durch eine aufrecht ſtehende und unten an das Becken befeſtigte gezahnte Stange, oder durch ein Gewicht umgedreht wurde. Die Andeutung der Stunden geſchah indeſſen nicht bloß durch

den Zeiger allein, ſondern auch durch den Schall von Trompeten, oder vermittelſt kleiner Steine, die auf eine Glocke fielen. Solche Vorrichtungen bildeten jedoch für ſich beſtehende Werke, die nur zur beſtimmten Zeit von dem Waſſerwerke angeregt wurden.

Man ſieht hieraus, daß es unzählige Arten von Waſſeruhren geben kann, aber auch wieder, daß ſie in den Hauptbeſtandtheilen alle einander gleich ſein müſſen. Ich werde eine derſelben näher beſchreiben, und zwar die mit dem Gewichte, weil ich ſie für die einfachſte halte; doch mit Weglaſſung der Vorrichtung zu den Stundenlängen, da dies keinen Werth mehr für uns hat.

Es ſei a b (Fig. 46) das Gehäuſe der Uhr, c ein großes Waſſerbehältniß, und d der offene Hahn deſſelben. Unter dieſem Hahn befinde ſich die Klepsydra e f, und unter der Klepsydra wieder der Lauf g, welcher unten durch die Querröhre h mit dem eben ſo langen, aber viel weitern Laufe k verbunden iſt. In dem Laufe k befinde ſich ferner die Korkſcheibe m, woran eine Schnur oder feine Kette befeſtigt iſt, die über die Rolle n geht, und an ihrem andern Ende das Gewicht p trägt, welches leichter als die Korkſcheibe ſein muß; die Rolle n aber werde von der Welle q gehalten, welche vorn durch das Zifferblatt r bringt, und daſelbſt den Zeiger führt. — Soll nun die beſchriebene Uhr in Thätigkeit geſetzt werden, ſo füllt man das Waſſerbehältniß c, verſchließt mit dem Finger die Bodenöffnung der Klepsydra, läßt ſie aus dem Hahn d ganz voll laufen, und nimmt dann den Finger weg, worauf die Uhr ihre Bewegung beginnt. Denn ſo wie das Waſſer durch die Bodenöffnung der Klepsydra in einem feinen Strahle immer gleichmäßig ausſtrömt, ſo ſteigt auch das Waſſer in den Läufen g und k gleichmäßig, und hebt eben ſo gleichmäßig die Korkſcheibe m empor; während aber die Korkſcheibe m ſich erhebt, ſinkt das Gewicht p, und dreht die Rolle n, folglich auch die Welle und den Zeiger, in 12 Stunden einmal herum. Soll die Uhr einen Minutenzeiger haben, ſo muß noch ein Getriebe hinzugefügt werden. Je nachdem nun die Uhr eingerichtet iſt, dauert die Füllung der Läufe g und k einen oder mehrere Tage, dann aber muß das Waſ-

ſer durch den Hahn x abgelaſſen werden, oder man kann auch die Einrichtung treffen, daß es vermittelſt eines Hebers zur beſtimmten Zeit von ſelbſt abläuft. Durch dieſes Ablaufen des Waſſers wird die Uhr aufgezogen, indem die Korkſcheibe mit der Waſſerfläche niederſinkt, und das leichtere Gewicht p heraufzieht. Die Rolle n muß daher beweglich auf der Welle ſitzen, und mit einem Sperrkeile verſehen ſein.

Die Waſſerorgel.

Vitruv. de Architect. lib. 10. cap. 13. — Heron. Spirital. p. 227.

Wir beſitzen zwei Beſchreibungen der Waſſerorgel, von Heron und Vitruvius. Ich werde ſie beide aufführen, und mit der des Vitruvius, da ſie ſich auf keine Zeichnung bezieht, den Anfang machen.

Auf einem Fußgeſtell von feſtem Holze ſteht ein eherner Waſſerkaſten, und rechts und links erheben ſich leiterartig verbundene Ständer. In dem Waſſerkaſten befindet ſich der Regulator (pnigeus). *) Er gleicht einem umgekehrten Trichter, und ruht mit dem untern Rande auf kleinen, etwa drei Zoll hohen Unterlagen, die ihn vom Boden des Kaſtens entfernt halten; ſein oberer Theil (cervicula) **) ſteht hingegen mit der Windlade in Verbindung. Dieſe Windlade, von den Griechen *κανὼν μουσικὸς* genannt, iſt im Innern, der Länge nach, in ſo viel Fächer (canales) abgetheilt, als die Orgel Stimmen hat; nemlich, iſt die Orgel ein Tetrachord,

*) Ich überſetze Pnigeus durch Regulator, weil bei der Waſſerorgel die Vorrichtung zur Bereitung des Windes ganz dieſelbe iſt, welche von den Engländern „ein Cylindergebläſe mit dem Waſſerregulator" genannt wird. Man leſe hierüber nach, in dem vortrefflichen Werke des Herrn von Baader: Beſchreibung und Theorie des engliſchen Cylindergebläſes.

**) Die Überſetzer des Vitruvius geben Cervicula durch Hals; einen Hals kann aber der Regulator nicht haben. Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß das Becken der römiſchen Trichter aus einer hohlen Halbkugel beſtand, und daher vielleicht Cervicula durch Scheitel überſetzt werden könnte. So viel bleibt indeſſen ausgemacht, daß die Geſtalt unſerer jetzigen Trichter die allerungeſchickteſte zu einem Regulator ſein würde.

ſo hat die Windlade vier Fächer; iſt ſie ein Hexachord, ſechs; iſt ſie ein Octachord, acht u. ſ. w. Jedes Fach der Windlade iſt durch einen Hahn verſchloſſen, der einen eiſernen Griff hat; dreht man dieſe Griffe herum, ſo werden dadurch die Eingänge in die Fächer der Windlade geöffnet. Der Deckel der Windlade hat, der Breite nach, ſo viel Löcher als Fächer im Innern ſind; über der Windlade aber ſteht der Pfeifenſtock, welcher auf Grieſchiſch πίναξ heißt. Er hat ebenfalls Löcher, die den Löchern des Deckels der Windlade genau entſprechen, und worin die Mundſtücke (lingulae) aller Orgelpfeifen ſtecken. Zwiſchen der Windlade und dem Pfeifenſtocke befinden ſich auf gleiche Weiſe durchbohrte, und mit Öhl beſtrichene Schieber, welche Pleuritiden heißen, und die, je nachdem ſie vorwärts oder rückwärts gezogen werden, die Löcher im Deckel der Windlade öffnen oder verſchließen. An dieſe Schieber ſind endlich eiſerne Federn und Taſten (pinnae) befeſtigt, und zwar in der Art, daß durch Niederdrücken und Loslaſſen der Taſten die Schieber ihre Bewegung erhalten.

Ferner ſind zwiſchen den Ständern, auf beiden Seiten des Waſſerkaſtens, eherne Läufe (modioli) angebracht, die verſchiebbare, auf der Drehbank wohl abgerundete, eherne Kolben enthalten, woran, vermittelſt Bolzen, eiſerne Kolbenſtangen befeſtigt ſind, welche durch Hebel bewegt werden. Die aufwärts gekehrten Böden der Läufe aber haben ungefähr dreizollige, mit Cymbelklappen (cymbala) verſehene Löcher, in deren Nähe (als Gegengewichte) auf Bolzen ruhende Delphine ſtehen, die Ketten im Maule halten, an welchen die nach innen ſich öffnenden Klappen hängen. Von den Läufen gehen endlich Leitröhren in den obern Theil des Regulators, die ebenfalls mit Klappen verſehen ſind, um den Rücktritt der Luft zu verhindern. — Werden nun die Hebel niedergedrückt, ſo ſtoßen die Kolbenſtangen die Kolben aufwärts, und treiben die eingeſchloſſene Luft durch die Leitröhren in den im Waſſer ſtehenden Regulator; werden die Kolben wieder herab gelaſſen, ſo öffnen ſich die von den Delphinen gehaltenen Cymbelklappen, und die Läufe füllen ſich von neuem mit Luft an. Nachdem nun dieſe Bewegung der Kolben mehrere Male iſt wiederholt

worden, und die Luft im Regulator die ihr zukommende Verdichtung erlangt hat, öffnen wir einen oder einige von den Hähnen, worauf diejenigen Fächer der Windlade, zu welchen die geöffneten Hähne gehören, ſich gleichfalls mit verdichteter Luft füllen. Es entſteht alſo, wenn die Taſten mit den Fingern bald niedergedrückt, bald losgelaſſen werden, und hierdurch dem Winde bald der Eingang in den Pfeifenſtock geſtattet bald verwehret wird, eine große Mannichfaltigkeit von Tönen.

Jetzt die Beſchreibung des Heron.

Es ſey a b c (Fig. 47) ein eherner, wie ein Altar geſtalteter, Waſſerkaſten, in welchem ſich eine hohle umgeſtürzte Halbkugel von Erz d e f befindet, die man den Regulator (πνιγεύς) nennt, und deren Rand, durch kleine eherne Unterlagen h, ſo weit vom Boden des Kaſtens a b c entfernt gehalten wird, daß das Waſſer auf allen Seiten einen freien Ein- und Ausfluß hat. *) Hinter dem Waſſerkaſten a b c befinde ſich, in irgend einem Geſtelle, die mit der Mündung nach unten gekehrte, eherne Luftpumpe k l, deren Einrichtung mit der der bereits (Seite 19) beſchriebenen Waſſerpumpe ganz gleich iſt; nur daß hier die Bodenklappe durch ein Gegengewicht (πλατυσμάτιον) m zugehalten werden muß. Der mit der Kolbenſtange verbundene Hebel n p habe ſeinen Stützpunkt unter dem Waſſerkaſten, und reiche vorn ſo weit hervor, daß er mit dem Fuße getreten werden kann; die Leitröhre q r aber führe in den mit ihr durchbohrten Scheitel des Regulators. Vorn, quer über dem Waſſerkaſten, liege die viereckige eherne Windlade s, deren Deckel geglättet, und mit ſo vielen Löchern verſehen ſein muß, als die Orgel Pfeifen (αὐλοί) hat. **) Un-

---

*) Die Urſache, daß die Griechen runde Regulatoren nahmen, kann wohl keine andere ſein, als die der leichtern Verfertigung; indem ein ſolcher Regulator aus Kupfer wie ein gewöhnlicher Keſſel gearbeitet werden kann. Was die Unterlagen betrifft, ſo müſſen ſie ſowohl an den Rand des Regulators, als auch an den Boden des Waſſerkaſtens feſtgelöthet oder geſchraubt werden.

**) In dem Werke „Aufſchlüſſe über die Muſik der Griechen" habe ich Seite 37 bereits den Unterſchied zwiſchen Aulos, Syrinx, und Salpinx erklärt. Die Pfeifen der Heroniſchen Orgel ſind demnach Zungenpfeifen.

ten im Boden ſei die Windlade ebenfalls durchbohrt, und die aus dem Scheitel des Regulators ſich erhebende Röhre t u darin eingelöthet. Ueber der Windlade s befinde ſich ferner der eherne, mit einem vorragenden und geglätteten Boden verſehene, Pfeifenſtock v, welcher der Breite nach in ſo viel Fächer abgetheilt iſt, als der Länge nach Pfeifen x darauf ſtehen. Jedes dieſer Fächer habe unten ein Loch, welches dem Loche im Deckel der Windlade genau entſpricht, und oben eine Öffnung, worin das Mundſtück der Pfeife ſteckt; daher auch dieſe Fächer Behälter der Mundſtücke (γλωσσόκομα) heißen. Zwiſchen der Windlade aber und dem Pfeifenſtock ſeien in der Mitte durchbohrte, wohl geglättete, und mit Öhl beſtrichene, eherne Schieber (πώματα) befindlich, welche durch dünne eherne Leiſten von einander geſchieden ſind, und ohne den geringſten Zwang vorwärts und rückwärts bewegt werden können. Die Löcher dieſer Schieber müſſen jedoch den Löchern der Windlade und des Pfeifenſtockes genau entſprechen, ihre undurchbohrte Flächen dagegen jene Löcher luftdicht verſchließen. Das Vorziehen der Schieber werde endlich durch die Taſten o; das Zurückziehen, durch die Spateln z bewirkt, welche in ein ſchmales Bret eingeſeßt ſind, das mit der Windlade parallel liegt.

Der größern Deutlichkeit wegen, wollen wir den Mechanismus für den einzelnen Ton abgeſondert, und zwar im ſenkrechten Durchſchnitt, betrachten. Es ſei demnach a b (Fig. 48) der Scheitel des Regulators, c die Röhre, welche in die Windlade führt, d e die Windlade ſelbſt, f g der Behälter des Mundſtücks (Stiefel), h h der hervorragende Boden deſſelben, k k die Pfeife, l u der Schieber, m das Loch im Schieber, n das Loch im Deckel der Windlade, o das Loch im Boden des Stiefels, p die Spatel, q das ſchmale Brett, r s t u die Taſte. Dieſe Taſte bilde einen kleinen dreigliedrigen Winkelhebel (ἀγκωνίσκος), welcher bei s ſeinen Stützpunkt hat, und deſſen drittes Glied t u bei u an den Schieber, und bei t an das mittelſte Glied der Taſte durch Bolzen beweglich befeſtigt iſt. Die Spatel p dagegen beſtehe aus einem ſtarken biegſamen Hornſtreifen, und ſei vermittelſt einer Saite x mit dem Schieber l u verbunden. Die Einrichtung dieſes Mecha-

nis

nismus iſt alſo, daß durch Niederdrückung der Taſte bei r, der Schieber vorgezogen, die Spatel gekrümmt, und das Loch m zwiſchen die Löcher n und o gebracht wird, entweder ganz oder zum Theil. Nemlich, wird die Taſte nur wenig niedergedrückt, ſo tritt auch nur ein kleiner Theil des Loches m zwiſchen die Löcher n und o; wird ſie mehr niedergedrückt, ein größerer Theil, und ſo fort, bis endlich alle drei Löcher genau unter einander zu ſtehen kommen. Daſſelbe ereignet ſich auch (nur in umgekehrter Folge) wenn die Taſte nach und nach wieder losgelaſſen, und der Schieber, vermittelſt der Saite x, von der Spatel zurückgezogen wird. Je größer aber der Theil des Loches m iſt, welcher zwiſchen den Löchern n und o ſteht, je größer iſt auch der Durchgang aus der Windlade in den Pfeifenſtock.*)

Soll nun die Orgel zum Gebrauche eingerichtet werden, ſo gießen wir den Kaſten a b c (Fig. 47) beinahe ganz voll Waſſer, wodurch die im Regulator und der Windlade eingeſchloſſene Luft ſtark verdichtet wird. Wenn wir demnach jetzt die Taſten mit den Fingern niederdrücken, und die Löcher der Schieber über die Löcher der Windlade zu ſtehen kommen, ſo fährt die verdichtete Luft als Wind durch die geöffneten Löcher in die zu den niedergedrückten Taſten gehörenden Behälter der Mundſtücke, und bringt die darauf ſtehenden Pfeifen zur Anſprache; erheben wir wieder die Finger von den Taſten, ſo verſtopfen die von den Spateln zurückgezogenen Schieber von neuem die Löcher, und die Pfeifen hören zu tönen auf. Da jedoch die Durchgänge aus der Windlade in den Pfeifenſtock, wie ſchon geſagt, größer oder kleiner ſind, je nachdem die Taſten mehr oder weniger niedergedrückt worden, die Pfeifen aber bei einem größern Durchgange ſtärker angeblaſen werden, als bei einem kleinern; ſo iſt leicht einzuſehen, daß auch ihr Ton im erſten Fall ſtärker, im zweiten Fall ſchwächer ſein müſſe. So iſt ebenfalls klar, daß durch das ſtärkere Anbla-

*) Die neuere Taſtatur iſt zu eng, als daß die Schieber, wie in obiger Anordnung, den Taſten gerade gegenüber liegen könnten. Ich rathe daher den Künſtlern, die den Bau einer Waſſerorgel unternehmen (Möchten dies doch die Herrn Mälzel und Kaufmann ſein!) ſich irgend eines Zwiſchenzeuges, etwa der gewöhnlichen Wellen, zu bedienen.

ſen der Pfeifen, da es Zungenpfeifen ſind, die Stimmung keine Veränderung erlei⸗den kann, indem dadurch die Schwingungen der Zunge nicht beſchleunigt, ſondern bloß vergrößert werden. Wenn wir daher eine Taſte langſam niederdrücken, ſo wird die Pfeife erſt ganz leiſe anſprechen, ihr Ton aber, ohne Veränderung ſeiner Höhe, bis zu dem Augenblick, wo alle drei Löcher genau unter einander zu ſtehen kommen, immer mehr und mehr an Stärke zunehmen; eben ſo wird auch umgekehrt, wenn wir die niedergedrückte Taſte nach und nach loslaſſen, der Ton der Pfeife immer ſchwä⸗cher und ſchwächer werden, und endlich ganz verhallen.*) Die Luft aber, welche zum Anblaſen der Pfeifen durch die Löcher der Windlade entflieht, wird ſogleich wieder aus dem Regulator, und der Abgang im Regulator wieder durch Waſſer erſetzt, wel⸗ches unten auf allen Seiten eindringt. Iſt jedoch die Luft im Regulator ſo weit verbraucht, daß ſich das Waſſer darin eben ſo hoch erhoben hat als im Kaſten, ſo hört aller Druck auf die Luft auf. Um daher dieſen Fall zu verhüten, müſſen wir während des Spiels, durch Niedertreten des Hebels bei p, beſtändig neue verdichtete Luft einpumpen. Eine Ungleichheit des Windes aber kann durch dieſes Einpumpen nicht entſtehen, weil die Kraft der Luft, und die Laſt des Waſſers, ſich immer das Gleichgewicht halten, indem bei zunehmender Luft ein verhältnißmäßiger Theil des Waſſers aus dem Regulator entweicht, bei abnehmender Luft wieder hineintritt. — So weit Heron.

Wir ſehen, daß die beiden beſchriebenen Orgeln in den meiſten Stücken über⸗einkommen; nur ein ſehr weſentlicher Unterſchied findet Statt, nehmlich der, daß die Orgel des Vitruvius mehrere Stimmen, die Orgel des Heron nur eine Stimme

*) So wäre denn die glänzendſte Eigenſchaft der alten Orgel wieder aufgefunden! Eine Eigen⸗ſchaft, welche man ſeit Jahrhunderten vergebens geſucht hat, der neuern Orgel mitzutheilen. Denn denkende Mechaniker ſahen wohl ein, daß der Muſiker die Stärke und Schwäche des Tons, und das Anwachſen und Verſchwinden deſſelben — wenn dies keine bloße Spielerei ſein ſollte — durch mehrern oder mindern Druck auf die Taſten in ſeiner Gewalt haben müſſe.

hat, und daß alſo erſtere ein Polychord, letztere ein Monochord iſt. *) Wenn wir nun berückſichtigen, daß die Fächer der Windlade beim Vitruvius eigentlich nichts anders ſind, als mehrere neben (hinter) einander ſtehende Heroniſche Windladen, ſo folgt von ſelbſt, daß auch jedes Fach durch eine beſondere Röhre mit dem Regulator in Verbindung ſtehen müſſe, und daß es eben dieſe Röhren ſind, welche durch Hähne verſchloſſen wurden. Der Mechanismus für den einzelnen Ton, in vier Stimmen, würde demnach folgende Einrichtung erhalten müſſen: Es ſeien a b c d (Fig. 49) die beſagten Röhren, welche aus dem Scheitel des Regulators in die Fächer der Windlade führen, e f g h die Hähne derſelben, k l m n die Fächer der Windlade, o p q r die Behälter der Mundſtücke, s t u v die vier gleichgeſtimmten Pfeifen; x aber ſei die Taſte, und z der Schieber, deſſen vier Löcher den Löchern der Windlade und des Pfeifenſtockes genau entſprechen müſſen, ſo daß, wenn wir die Taſte x niederdrücken oder loslaſſen, alle vier Durchgänge aus der Windlade in den Pfeifenſtock zugleich geöffnet oder verſchloſſen werden. Sobald wir alſo irgend einen der Hähne e öffnen, füllt ſich das Fach k der Windlade mit verdichteter Luft, und drücken wir die Taſte x nieder, ſo wird nur allein die Pfeife s angeblaſen werden; verſchließen wir wieder den Hahn e, öffnen den Hahn f, und drücken die Taſte nieder, ſo wird wieder bloß die Pfeife t anſprechen; **) öffnen wir aber alle vier Hähne, ſo werden auch beim Niederdrücken der Taſte alle vier Pfeifen ertönen.

*) Bei den Griechen war die Orgel ein Conzert=Inſtrument; die neuere Orgel kann aber dieſe Anwendung nicht erhalten, weil ſie keines Ausdrucks fähig iſt. Wir haben ſie daher in die Kirche verwieſen, wo ihre Beſtimmung iſt, einen ſo großen Lärm zu machen, daß Gott von dem ſchlechten Geſange ſeiner lieben Gemeinde nichts hört. Eine Vergleichung zwiſchen der griechiſchen und neuern Orgel kann alſo gar nicht Statt finden; denn als Kirchen=Inſtrument würde allerdings eine einſtimmige Orgel nichts bedeuten, als Conzert=Inſtrument aber kann ſie ſehr vollkommen ſein.

**) Sollte die Erfahrung lehren, daß die in dem Fache k zurückgebliebene verdichtete Luft noch die Pfeife s anblieſe, ſo müßten die Hähne dergeſtalt doppelt durchbohrt werden, daß, wenn der Zugang aus dem Regulator verſchloſſen wird, ſich zugleich ein Ausgang aus dem Fache ins Freie öffnet.

Dieſer Mechanismus iſt jedoch bloß für Zungenpfeifen (Rohrwerke) ausreichend; ſollten aber wohl die acht Stimmen der Orgel des Vitruvius lauter Rohrwerke geweſen ſein? Gewiß nicht; vielmehr dürfen wir annehmen, daß die Alten alle drei Gattungen der Blasinſtrumente — der Aulos, Syrinx und Salpinx — zu Orgelſtimmen werden angewendet haben. *) Nun wird aber der Ton einer Lippenpfeife (Labialpfeife) durch vermehrtes Anblaſen nicht nur ſtärker, ſondern auch höher; kann dieſem abgeholfen werden? Mich dünkt, ſehr leicht; es heißt nemlich ein Satz der phyſikaliſchen Klanglehre: Wenn die Kraft des zuſtrömenden Windes, und die Menge deſſelben, in gleichem Verhältniſſe zu oder abnehmen, ſo wird der Ton ſtärker oder ſchwächer, ſeine Höhe verändert ſich aber nicht. Hieraus folgt, daß die Stimmung einer Lippenpfeife bei verſtärktem Anblaſen keine Veränderung erleiden kann, ſobald ihre Fußöffnung in demſelben Verhältniſſe verkleinert wird, als der Durchgang aus der Windlade in den Pfeifenſtock ſich vergrößert. Der Mechanismus zum Verkleinern der Fußöffnung iſt zwar auf ſehr verſchiedene Weiſe möglich, ich halte indeſſen folgenden für den einfachſten: Man richte eine Lippenpfeife ſo ein, daß ihr Fuß unten nur ſehr wenig verjüngt zuläuft, und alſo die Fußöffnung beinahe eben ſo groß iſt, als der Durchmeſſer der Pfeife. Dieſe Pfeife ſtecke man mit ihrem Fuße in einen Stiefel, der aber viel kürzer ſein muß, als der Stiefel einer Zungenpfeife. Ferner löthe man einen kurzen ſenkrecht ſtehenden Stiel auf denjenigen undurchbohrten Theil des Schiebers an, welcher das Bodenloch des Stiefels verſchließt, und auf dieſen Stiel befeſtige man wieder eine Platte in wagerechter Lage, deren obere Fläche genau bis an die Öffnung des Pfeifenfußes reicht. Wenn wir demnach jetzt die Taſte langſam niederdrücken, ſo bewegt ſich mit dem Schieber zugleich auch die Platte vorwärts, und verſchließt nach und nach einen immer größern Theil von der Öffnung des Pfeifenfußes. Durch Verſuche wird man leicht das

---

*) In neuern Zeiten iſt meines Wiſſens Herr Mälzel der erſte, welcher die Gattung der Salpinx zu Orgelſtimmen angewendet hat.

übrige finden, z. B. daß das Loch im Boden des Stiefels, zur Aufnahme des kleinen Stiels, noch einen Ausſchnitt erhalten muß, weil ſonſt der Schieber ſich nicht ganz vorziehen würde u. d. m.

Die Windorgel.

Heron. Spirital. p. 229 et 230.

Die Windorgel iſt von der Waſſerorgel nur darin unterſchieden, daß ſie, ſtatt des Waſſerregulators, einen Kolbenregulator (Regulator with the flying piston) hat; wir werden daher auch nur dieſen Regulator beſchreiben. Es ſei a b (Fig. 50) ein ſehr weiter, mit einem Boden verſehener, und auf das ſorgfältigſte ausgebohrter und geglätteter eherner Lauf. In dieſem Laufe befinde ſich der wohl abgerundete und geglättete eherne Kolben c, welcher mit Leichtigkeit hineingehen, und doch ſo genau an die innere Oberfläche des Laufes a b anſchließen muß, daß keine Luft nebenbei durchzudringen vermag. Bei d ſei mit dem Kolben eine eherne Stange d e unbeweglich verbunden, welche, um den Kolben ſtets in gerader Richtung zu erhalten, oben durch einen über den Lauf a b angebrachten Steg f geht. Ferner ſei die Seitenwand a des Regulators unten durchbohrt, und die weite, an beiden Enden offene Röhre g, welche in die Windlade der Orgel führt, über dieſes Loch feſtgelöthet. Endlich habe auch der Boden des Regulators ein Loch h, in welches die Leitröhre der Luftpumpe k l eingeſetzt iſt. — Wird nun durch Einpumpen die Menge der Luft im Regulator vermehrt, ſo erhebt ſich der Kolben c, wird die Menge derſelben durch das Spielen der Orgel vermindert, ſo ſinkt er. Die Verdichtung der Luft bleibt ſich alſo immer gleich; der Grad dieſer Verdichtung aber hängt von der Schwere des Kolbens ab.

Die Luftkatapulta.

Philon. de Telor. Construct. p. 77 et 78.

„Die Luftkatapulta (ἀερότονον) ſchleudert Steine, und iſt eine Erfindung des „Kteſibios. Schon in ſeinen pneumatiſchen Lehrſätzen zeigte dieſer Mathematiker, „wie ſehr die Luft der Zuſammendrückung fähig ſei, und mit welcher erſtaunlichen „Kraft und Schnelligkeit ſie ſich wieder ausdehne; er begriff daher ſogleich, als ein „der Mechanik Kundiger, daß dies mit dem größten Vortheil zur Bewegung der „Wurfhebel (ἀγκῶνες) benutzt werden könne. Dem zufolge goß er zwei ſtarke, un„ten verſchloſſene eherne Gefäße (Läufe), an Geſtalt den Büchſen der Ärzte (Apo„theker) ähnlich, doch ohne Deckel. Nachdem er aber dieſe Läufe auf das ſorgfäl„tigſte ausgebohrt, und ihre innere Oberfläche geglättet hatte, bereitete er zwei eherne „Kolben (τυμπάνια), die gleichfalls im Umkreiſe geglättet waren, und ſo genau „in die Läufe einpaßten, daß, wenn ſie auch mit der äußerſten Gewalt hineingetrie„ben wurden, doch keine Luft nebenbei durchließen. Man darf ſich übrigens nicht „wundern, und es in Zweifel ziehen, ob dies zu bewerkſtelligen möglich geweſen ſei; „denn die ehernen Gebläſe der Waſſerorgeln ſind eben ſo gearbeitete und mit Kolben „verſehene Läufe, wie die oben beſchriebenen. Als nun Kteſibios zwei, den genann„ten Büchſen ähnliche, Läufe verfertigt hatte, befeſtigte er ſie in einem aus Holz „und Eiſen beſtehenden Geſtelle, und verband die untern Hebelarme, welche die Fer„ſen (πτέρναι) genannt werden, durch beweglich eingefügte Eiſenſtangen, mit den „Kolben. Die Spannung aber geſchah, indem die obern Hebelarme, welche die „Schneller (τοξίτιδες) heißen, vermittelſt daran geknüpfter Seile (Sehnen), durch „Winden niedergezogen wurden; denn während dies geſchah, ſtießen die untern He„belarme die Kolben immer tiefer hinein, wodurch die in den Läufen befindliche Luft „zuſammengedrückt und verdichtet wurde, welche nun eine große Heftigkeit zeigte, ſich „wieder in ihren natürlichen Zuſtand zu verſetzen. War daher die Schleuder geord-

„net, der Stein hineingelegt, und man löſte hierauf den Drücker (χείρ), ſo trieben die Hebel, indem ſie mit gewaltiger Kraft zurückfielen, den Stein heraus, und „warfen ihn durch einen ſehr weiten Raum."

Es läßt ſich leicht begreifen, daß die kriegeriſchen Griechen eine ſolche außerordentliche Erfindung nicht werden unberückſichtigt gelaſſen haben; auch erſehen wir aus dem Heron und Vitruvius, daß in der That ihre Balliſten und Katapulte ſämmtlich Luftmaſchinen waren — beim Heron heißen die Läufe *Χοινικίδες*, beim Vitrivius Modioli. *) Die deutlichſte Vorſtellung von jenen Maſchinen erhalten wir indeſſen durch die Abbildungen derſelben auf der Säule Trajans; Fig. 51 iſt eine davon, a b und c d ſind die beiden Läufe. Da nun Heron ſagt, man habe, der leichtern Fortſchaffung wegen, alle Theile bis auf die Läufe (Hemitonia) aus einander nehmen können, ſo ſieht man ein, warum hier die zur Spannung gehörende Vorrichtung gänzlich fehlt. Es ſcheint jedoch aus den Beſchreibungen der genannten Schriftſteller hervorzugehen, daß bei der Spannung die Kolben nicht hineingeſtoßen, ſondern herausgezogen wurden. Hieraus würde denn folgen, daß man ſich nicht mehr (wie Kteſibios) der abſtoßenden, ſondern der anziehenden Spannkraft der Luft bediente, welches auch die hölzernen Läufe des Heron zu beſtätigen ſcheinen. Daß aber die anziehende Spannkraft der Luft ungeheuer iſt, beweiſen die neuern Dampfmaſchinen.

Die Taucherglocke.

Aristot. Problem. sect. 32. quaest. 5.

Die Griechen hatten zwar ſehr geübte Taucher, war aber die Tiefe ſehr groß, in welche ſie hinabſteigen ſollten, ſo würde das Hinabſteigen dennoch mehr Zeit erfor-

*) Vielleicht waren bloß die Euthytona, welche auch Scorpione genannt wurden, Bogenmaſchinen.

dert haben, als ſie ohne zu athmen ausdauern konnten. Sie bedienten ſich daher in ſolchen Fällen einer durch ſchwere Gewichte hinabgezogenen Glocke (λέβητα καταφέντες), die ſich nicht mit Waſſer füllt, ſondern Luft enthält, wenn ſie gerade hinabgelaſſen wird. Hatte jedoch der Taucher den Grund des Meeres erreicht, ſo verließ er die Glocke, und kehrte nur von Zeit zu Zeit, um Athem zu ſchöpfen, zu ihr zurück. Nun iſt aber bereits (Seite 5) geſagt worden, daß der Druck des Waſſers auf die Luft in einem umgekehrt unter Waſſer gehaltenen Gefäße ſo groß ſei, als eine gleiche Maſſe von Waſſer ſchwerer iſt; enthält nemlich ein ſolches Gefäß nur einen Kubikzoll Luft, ſo iſt der Druck darauf auch nur ſo groß als ein Kubikzoll Waſſer ſchwerer iſt; jemehr Luft alſo das Gefäß enthält, je größer iſt auch der Druck des Waſſers darauf. Hieraus folgt demnach, daß eine Taucherglocke nicht ſehr groß ſein darf, weil zu ſtark verdichtete Luft das Athmen unmöglich macht. Iſt aber die Glocke erſt ganz mit Waſſer bedeckt, ſo wird der Druck auf die Luft nicht mehr vergrößert, wenn man ſie auch bis auf den Grund des tiefſten Meeres hinablaſſen wollte. Das Mariottiſche Geſetz iſt folglich eine Thorheit.

Gedruckt bei Johann Friedrich Starcke.

Taf. I.

Fig. 5.

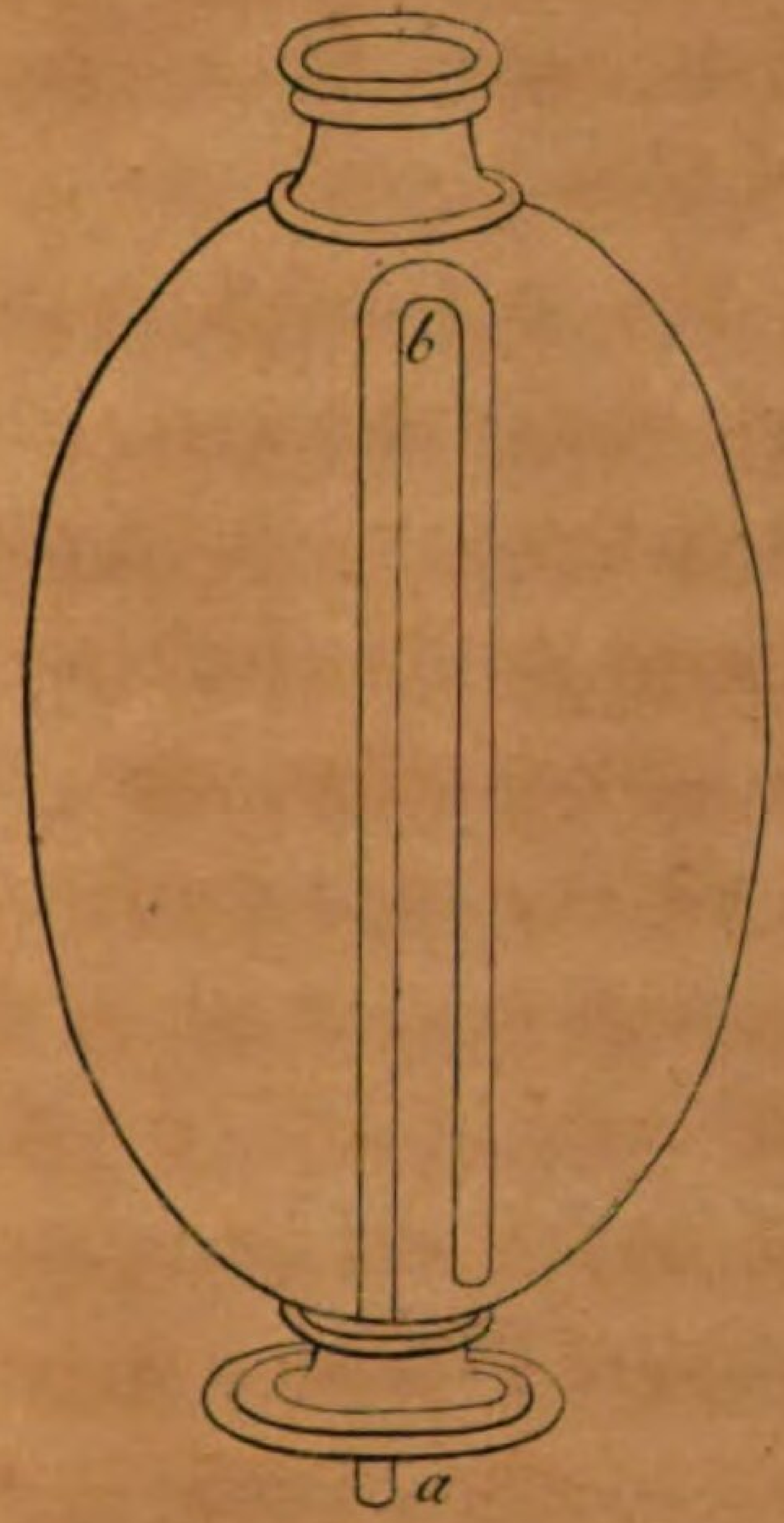


Fig. 6.

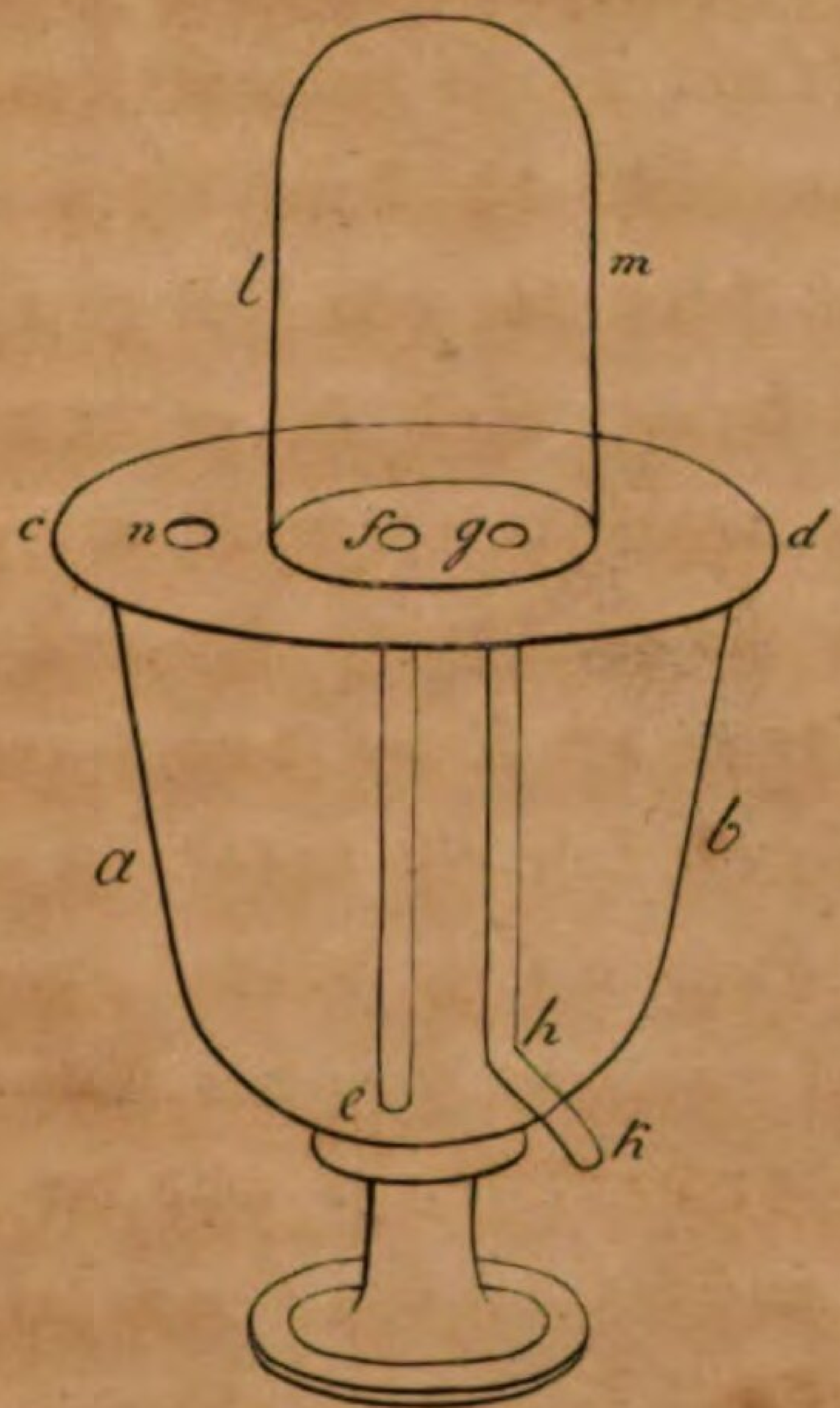


Fig. 7.

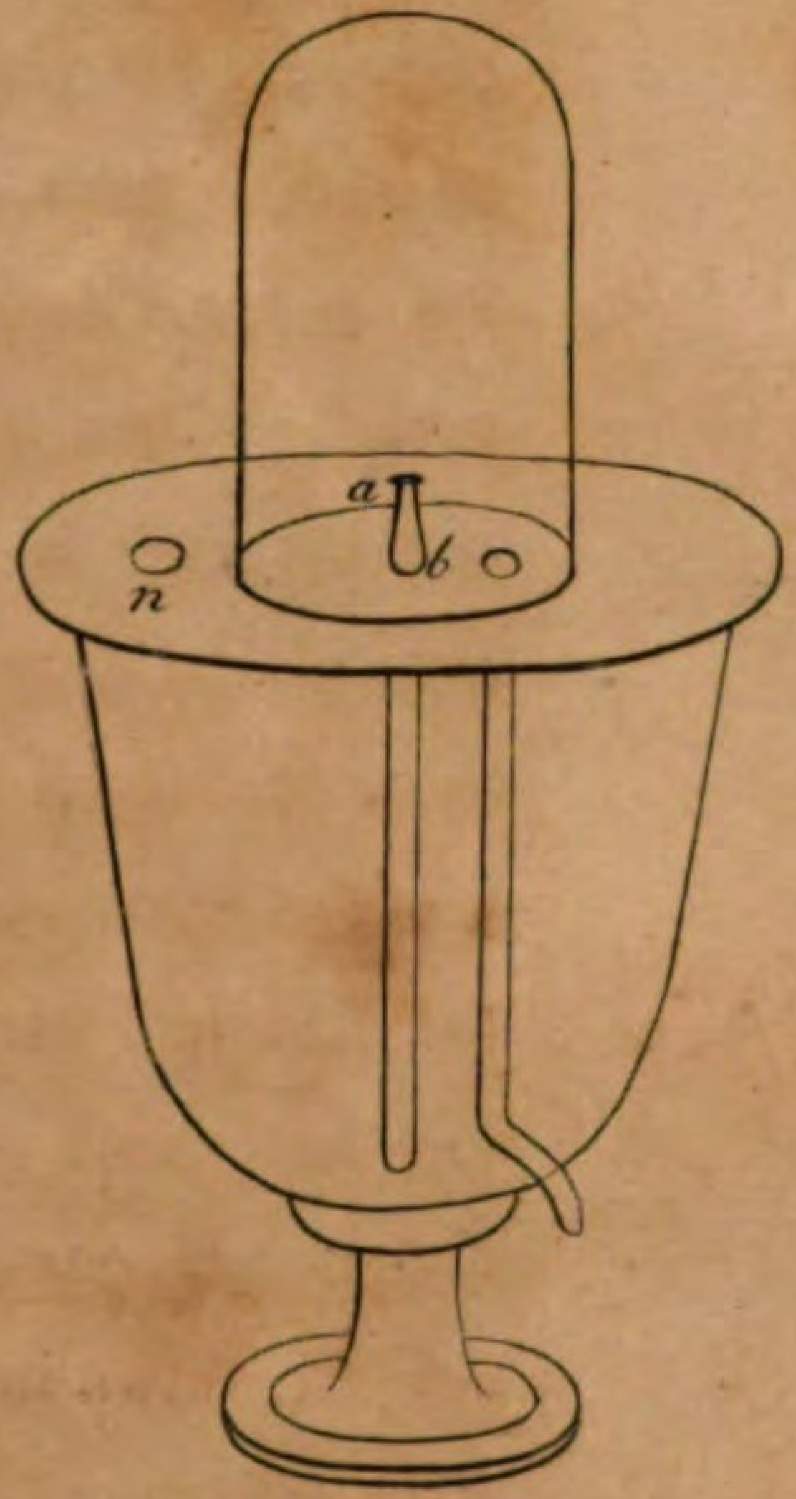


Fig. 12.

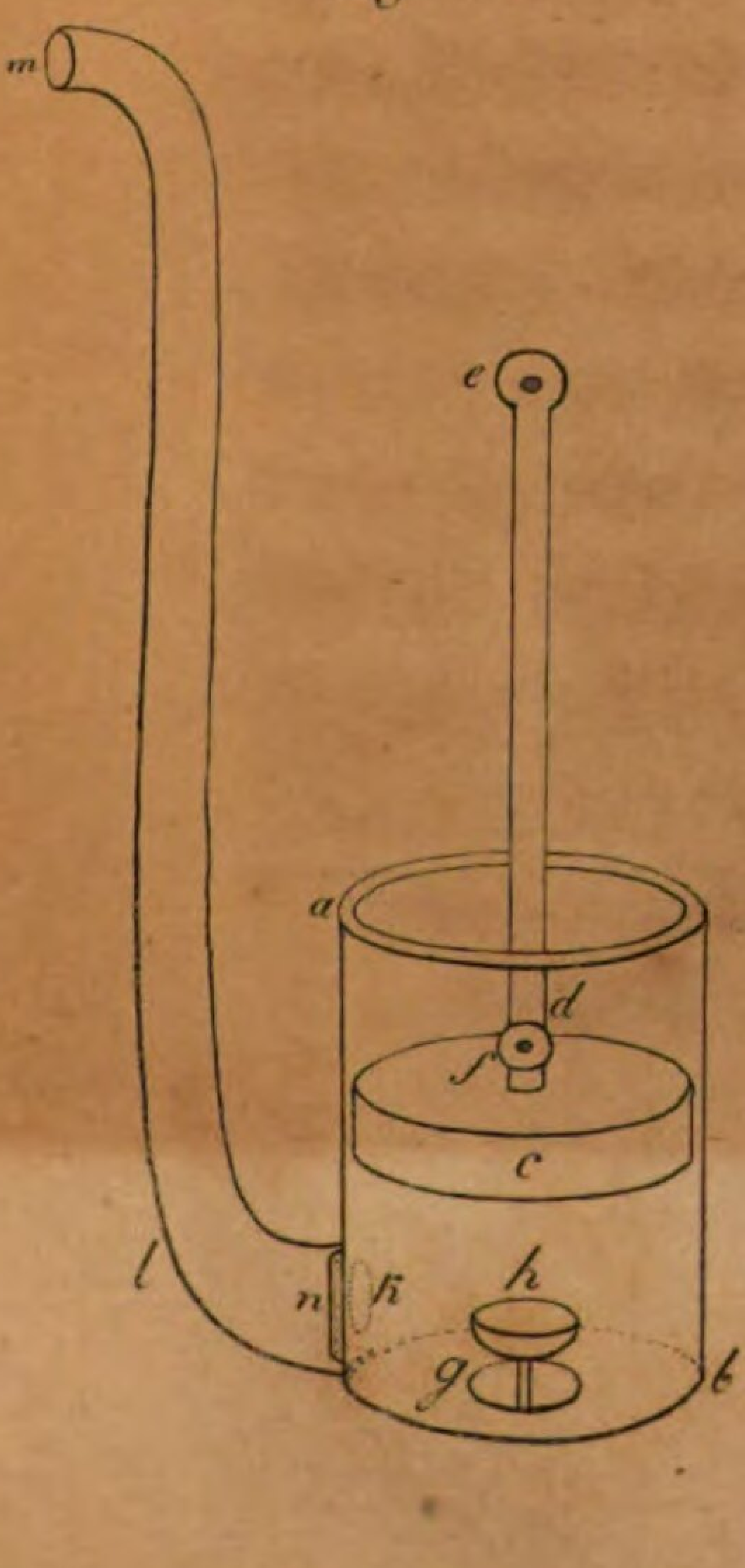


Fig. 13.

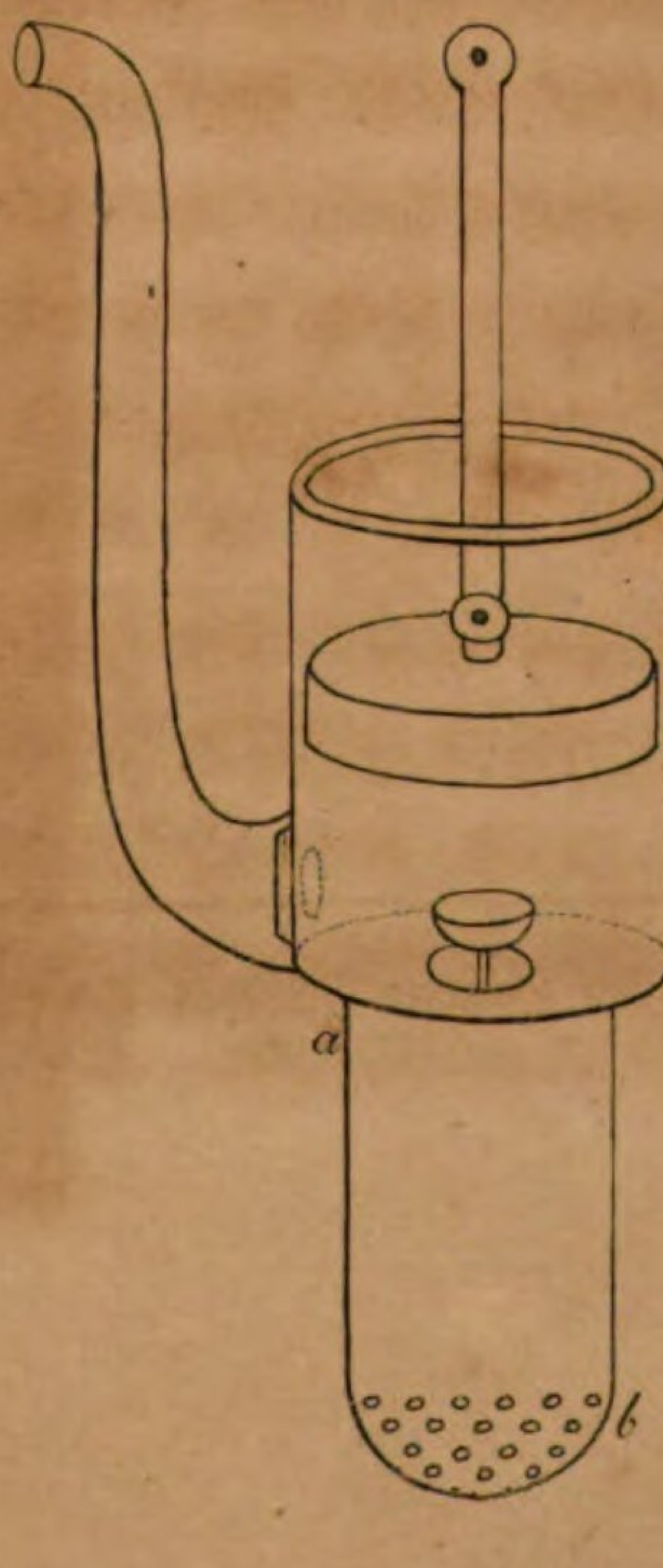
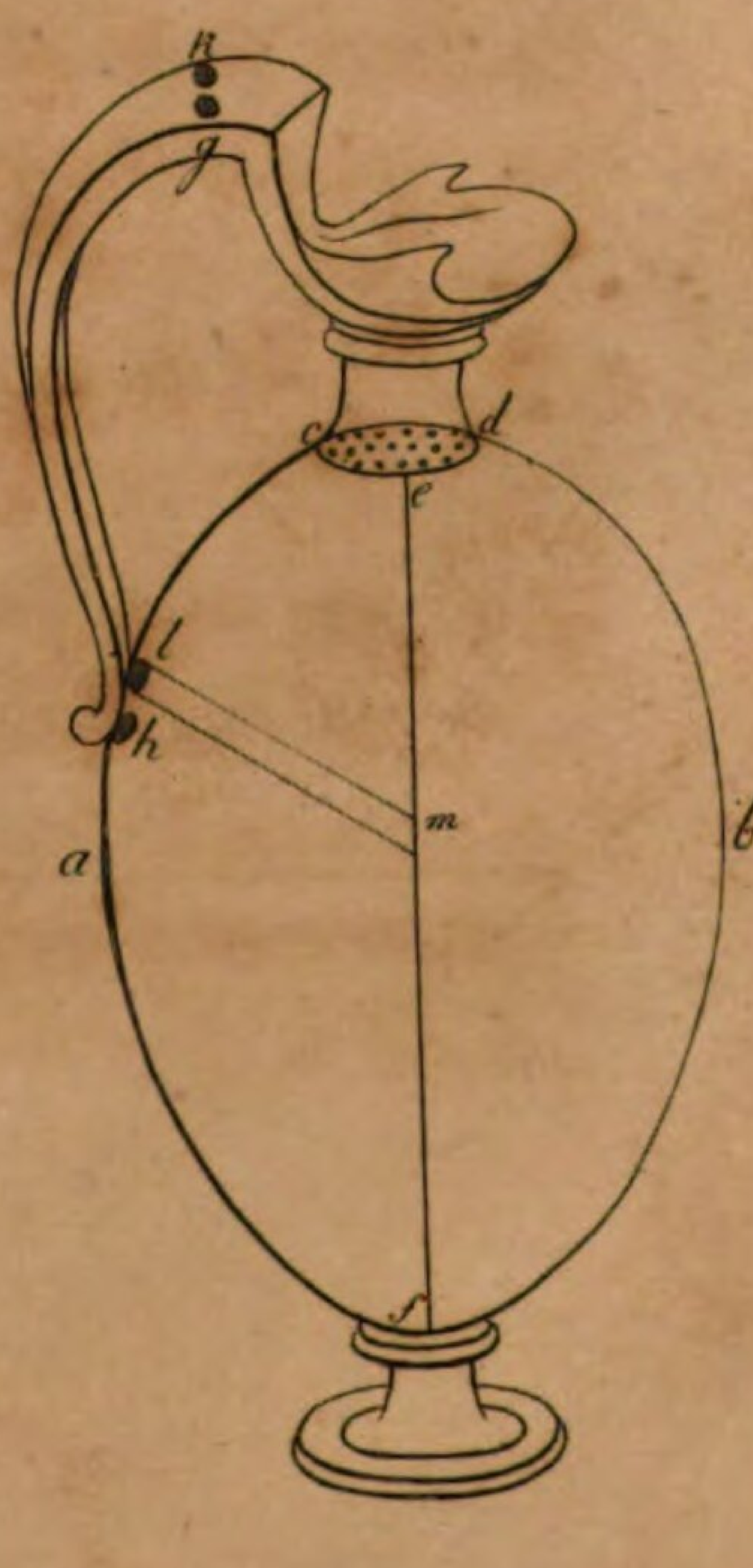


Fig. 14.



dert haben, als ſie ohne zu athmen ausdauern konnten. Sie bedienten ſich daher in ſolchen Fällen einer durch ſchwere Gewichte hinabgezogenen Glocke (λέβητα καταφέντες), die ſich nicht mit Waſſer füllt, ſondern Luft enthält, wenn ſie gerade hinabgelaſſen wird. Hatte jedoch der Taucher den Grund des Meeres erreicht, ſo verließ er die Glocke, und kehrte nur von Zeit zu Zeit, um Athem zu ſchöpfen, zu ihr zurück. Nun iſt aber bereits (Seite 5) geſagt worden, daß der Druck des Waſſers auf die Luft in einem umgekehrt unter Waſſer gehaltenen Gefäße ſo groß ſei, als eine gleiche Maſſe von Waſſer ſchwerer iſt; enthält nemlich ein ſolches Gefäß nur einen Kubikzoll Luft, ſo iſt der Druck darauf auch nur ſo groß als ein Kubikzoll Waſſer ſchwerer iſt; jemehr Luft alſo das Gefäß enthält, je größer iſt auch der Druck des Waſſers darauf. Hieraus folgt demnach, daß eine Taucherglocke nicht ſehr groß ſein darf, weil zu ſtark verdichtete Luft das Athmen unmöglich macht. Iſt aber die Glocke erſt ganz mit Waſſer bedeckt, ſo wird der Druck auf die Luft nicht mehr vergrößert, wenn man ſie auch bis auf den Grund des tiefſten Meeres hinablaſſen wollte. Das Mariottiſche Geſetz iſt folglich eine Thorheit.

Gedruckt bei Johann Friedrich Starcke.

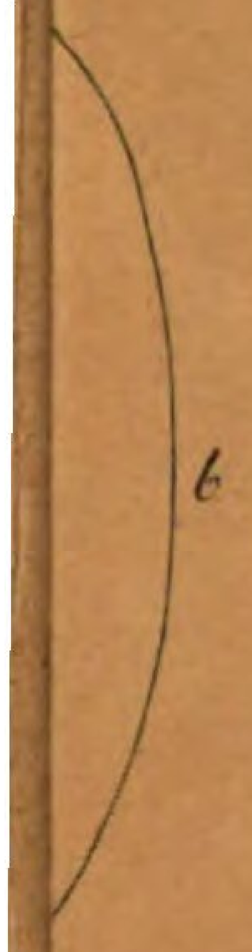


Fig. 5.

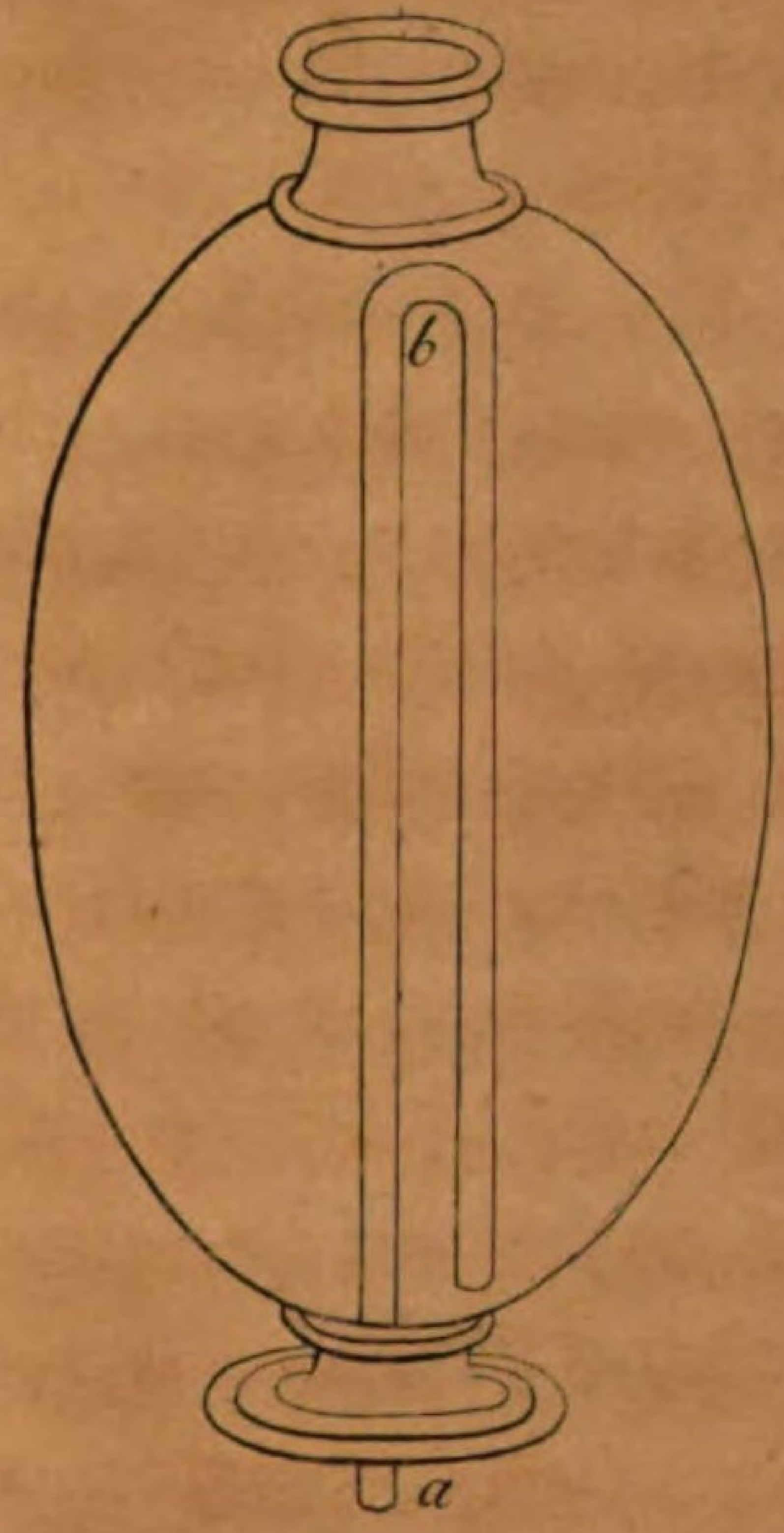


Fig. 6.

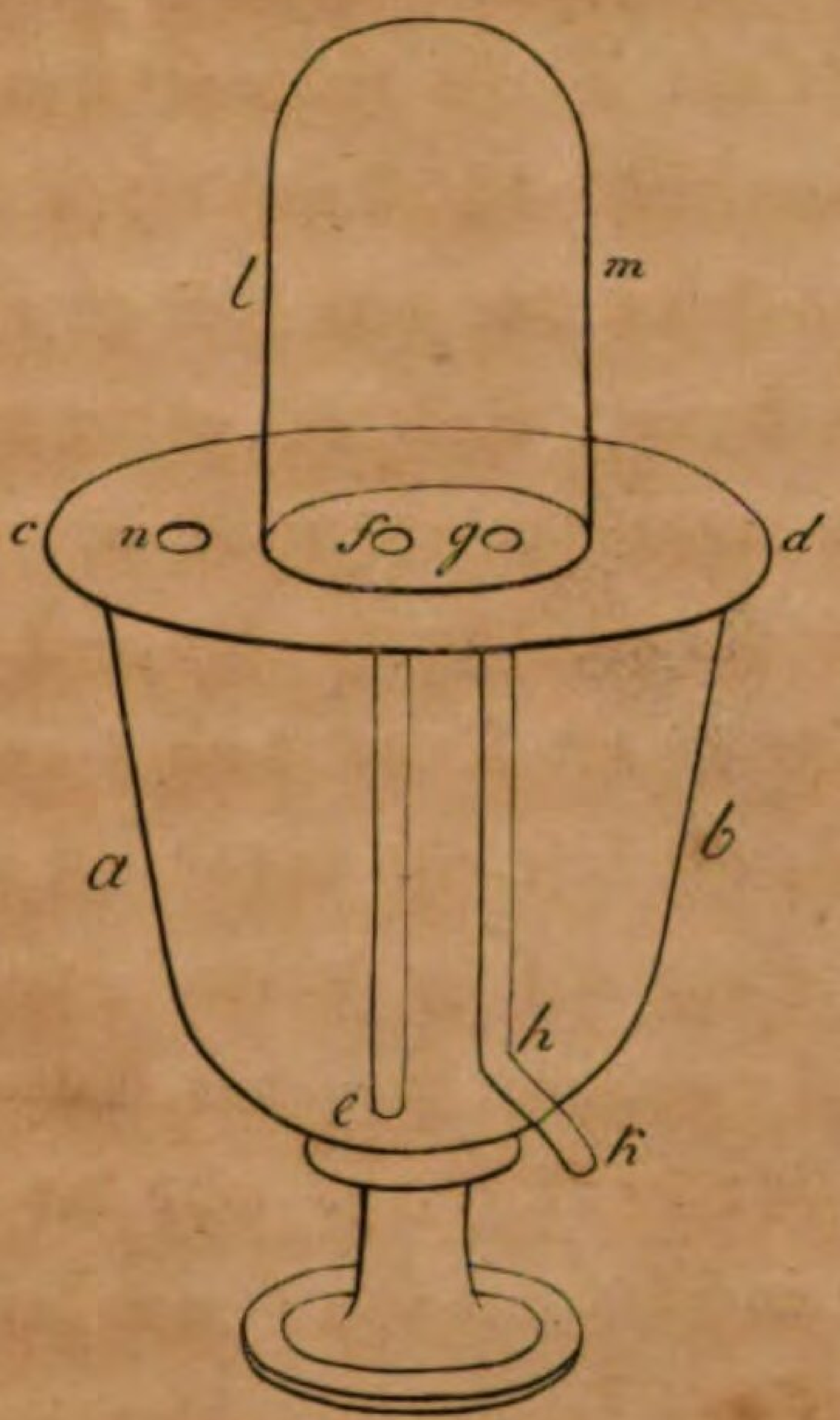


Fig. 7.

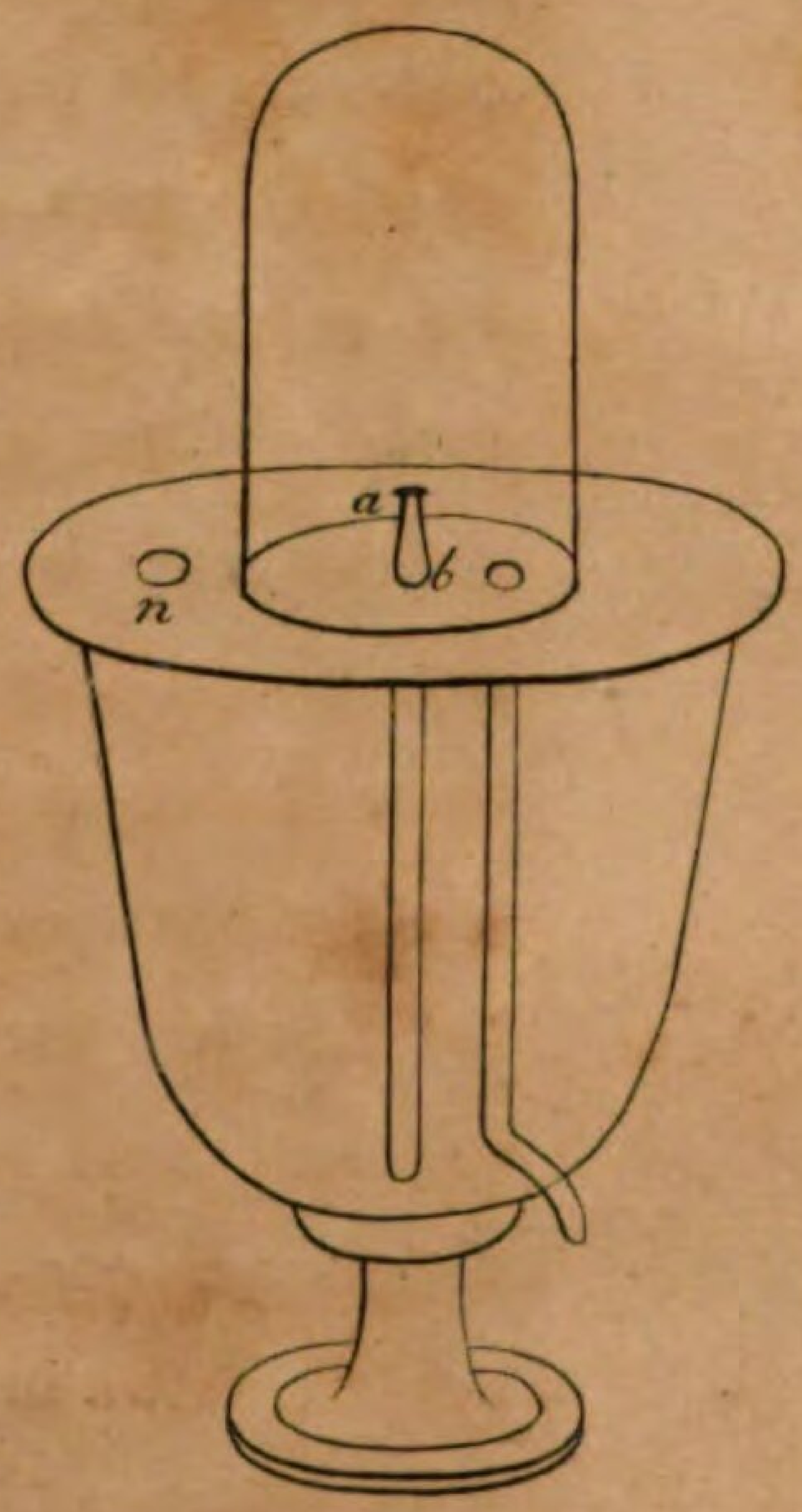


Fig. 12.

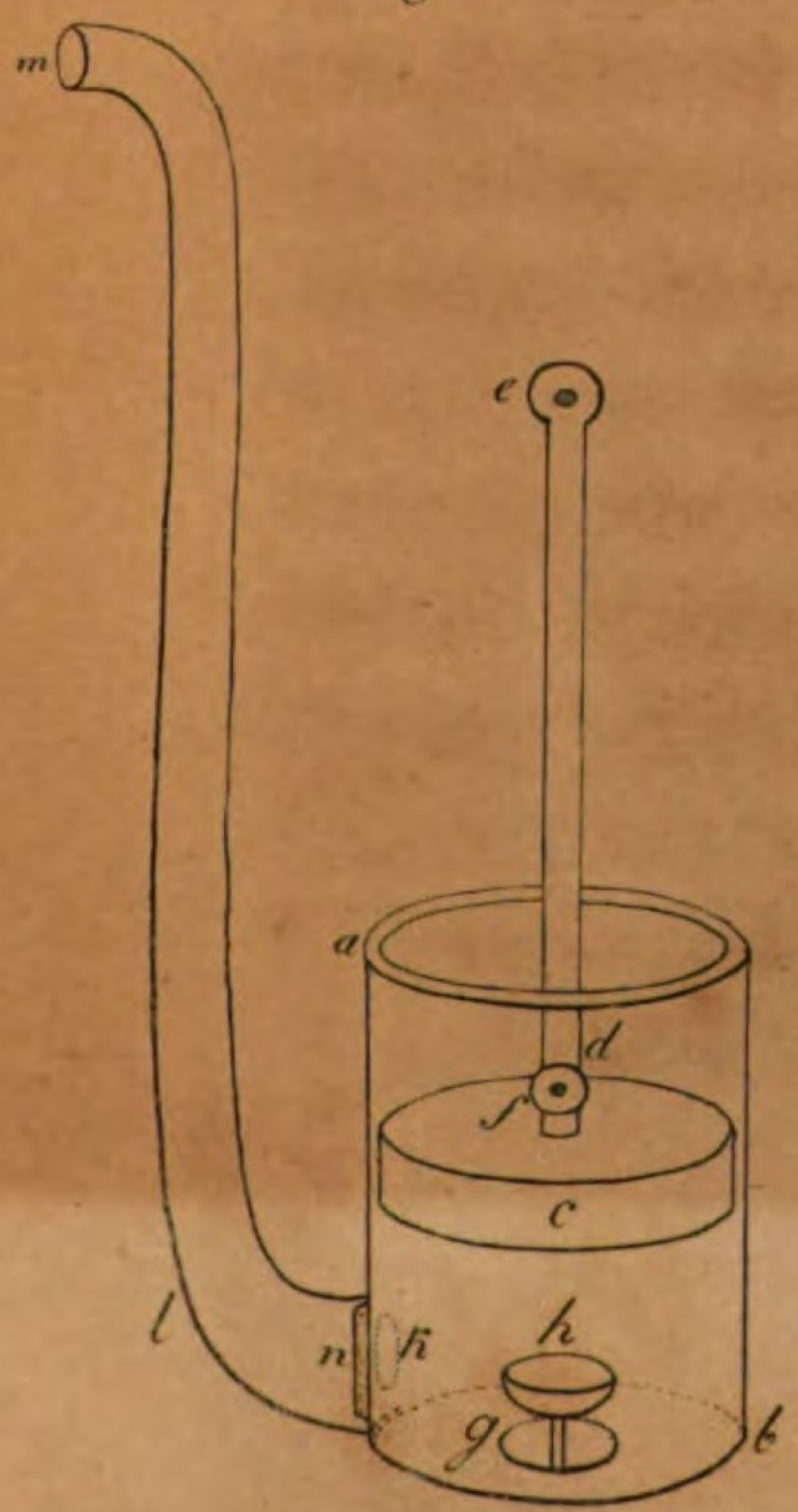


Fig. 13.

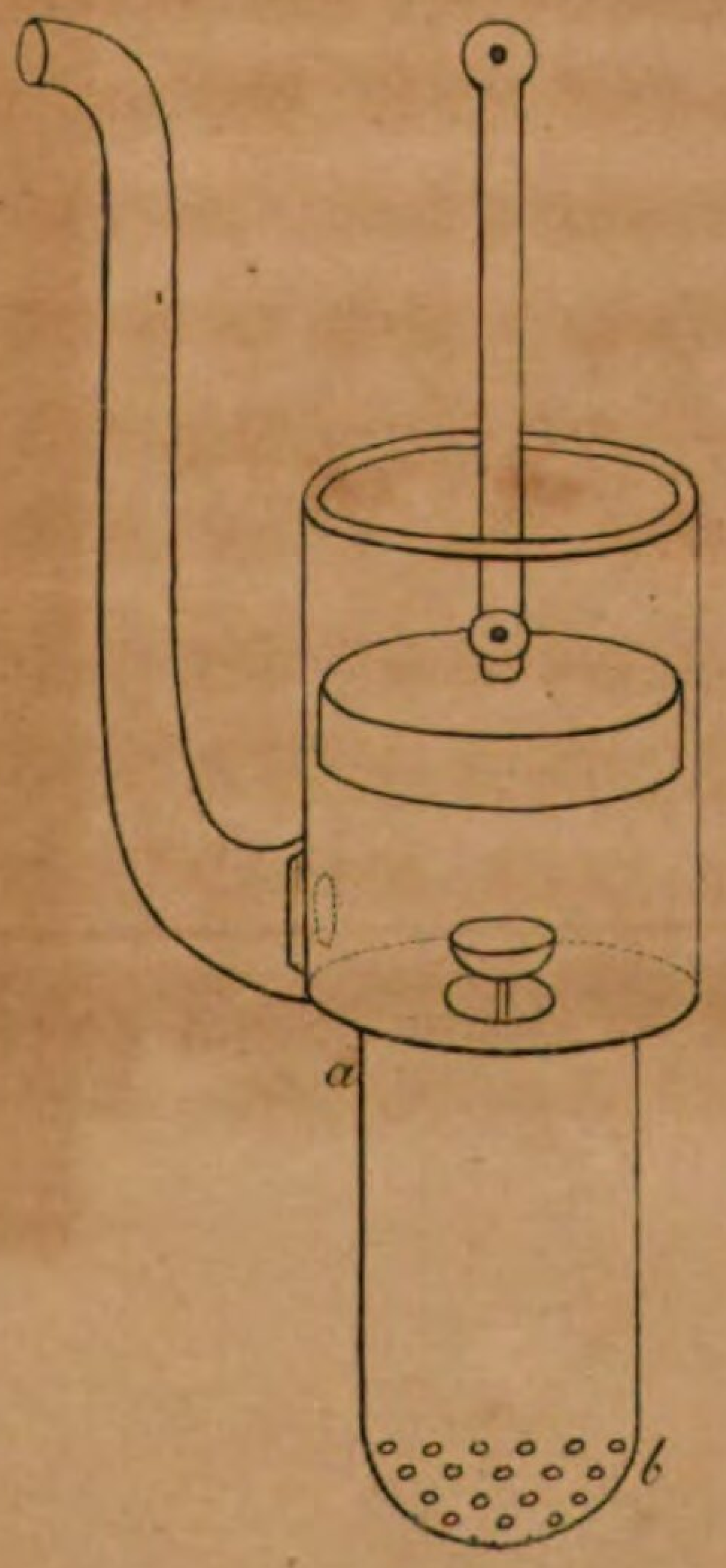
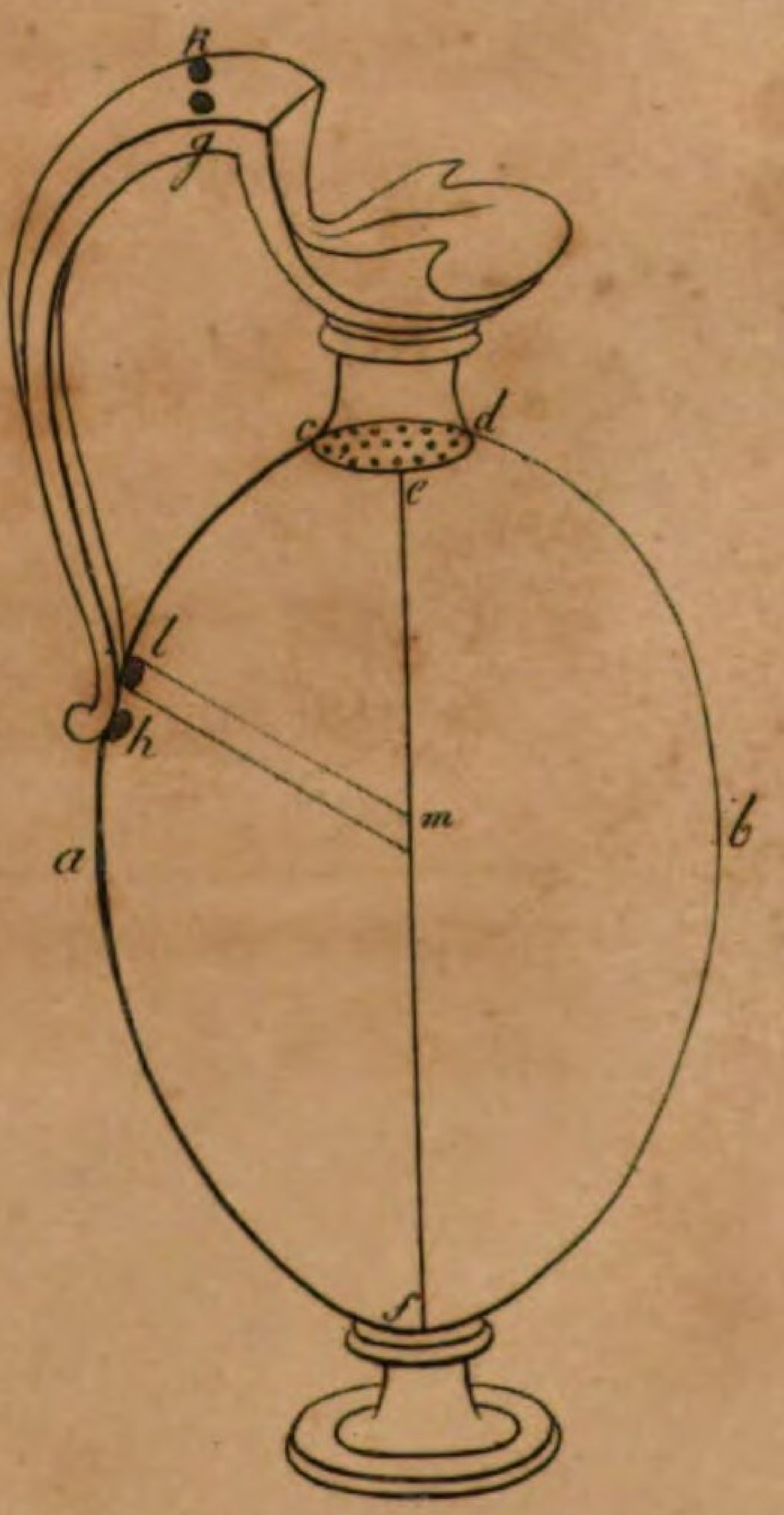


Fig. 14.



dert haben, als ſie ohne zu athmen ausdauern konnten. Sie bedienten ſich daher in ſolchen Fällen einer durch ſchwere Gewichte hinabgezogenen Glocke (λέβητα καταφέντες), die ſich nicht mit Waſſer füllt, ſondern Luft enthält, wenn ſie gerade hinabgelaſſen wird. Hatte jedoch der Taucher den Grund des Meeres erreicht, ſo verließ er die Glocke, und kehrte nur von Zeit zu Zeit, um Athem zu ſchöpfen, zu ihr zurück. Nun iſt aber bereits (Seite 5) geſagt worden, daß der Druck des Waſſers auf die Luft in einem umgekehrt unter Waſſer gehaltenen Gefäße ſo groß ſei, als eine gleiche Maſſe von Waſſer ſchwerer iſt; enthält nemlich ein ſolches Gefäß nur einen Kubikzoll Luft, ſo iſt der Druck darauf auch nur ſo groß als ein Kubikzoll Waſſer ſchwerer iſt; jemehr Luft alſo das Gefäß enthält, je größer iſt auch der Druck des Waſſers darauf. Hieraus folgt demnach, daß eine Taucherglocke nicht ſehr groß ſein darf, weil zu ſtark verdichtete Luft das Athmen unmöglich macht. Iſt aber die Glocke erſt ganz mit Waſſer bedeckt, ſo wird der Druck auf die Luft nicht mehr vergrößert, wenn man ſie auch bis auf den Grund des tiefſten Meeres hinablaſſen wollte. Das Mariottiſche Geſetz iſt folglich eine Thorheit.

Gedruckt bei Johann Friedrich Starcke.

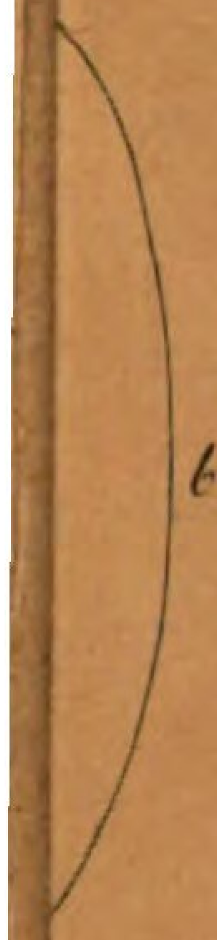


Fig. 5.

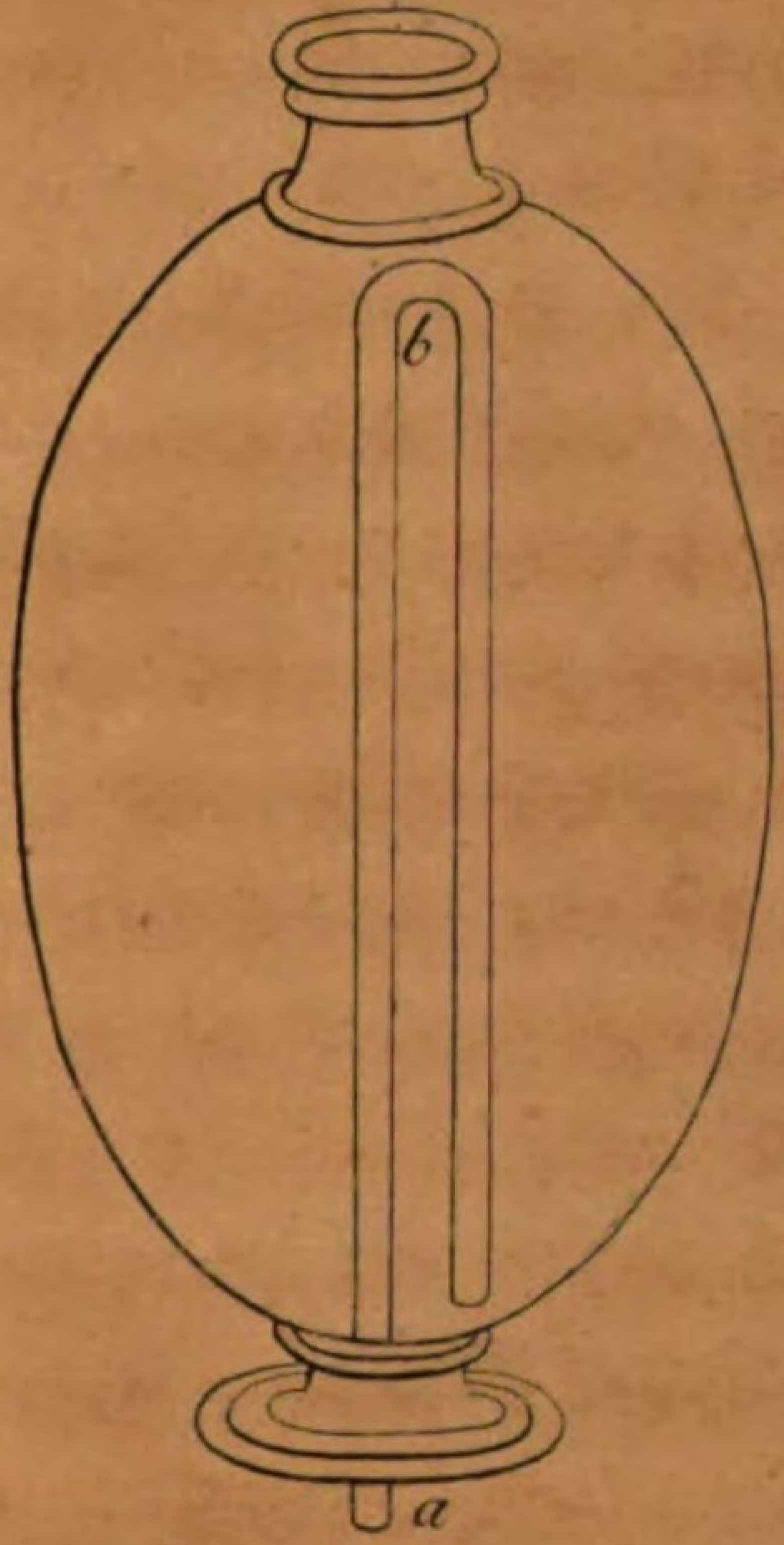


Fig. 6.

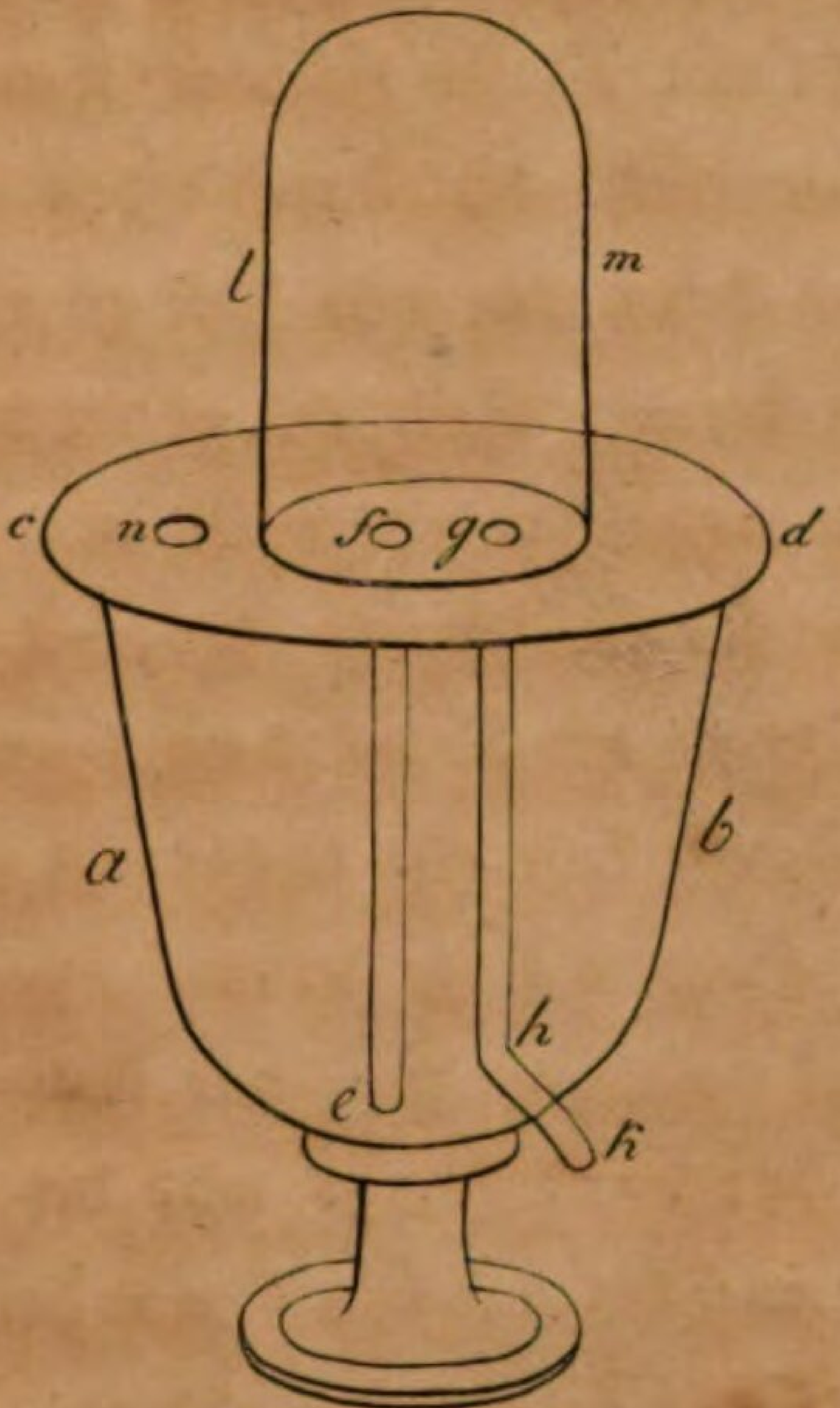


Fig. 7.

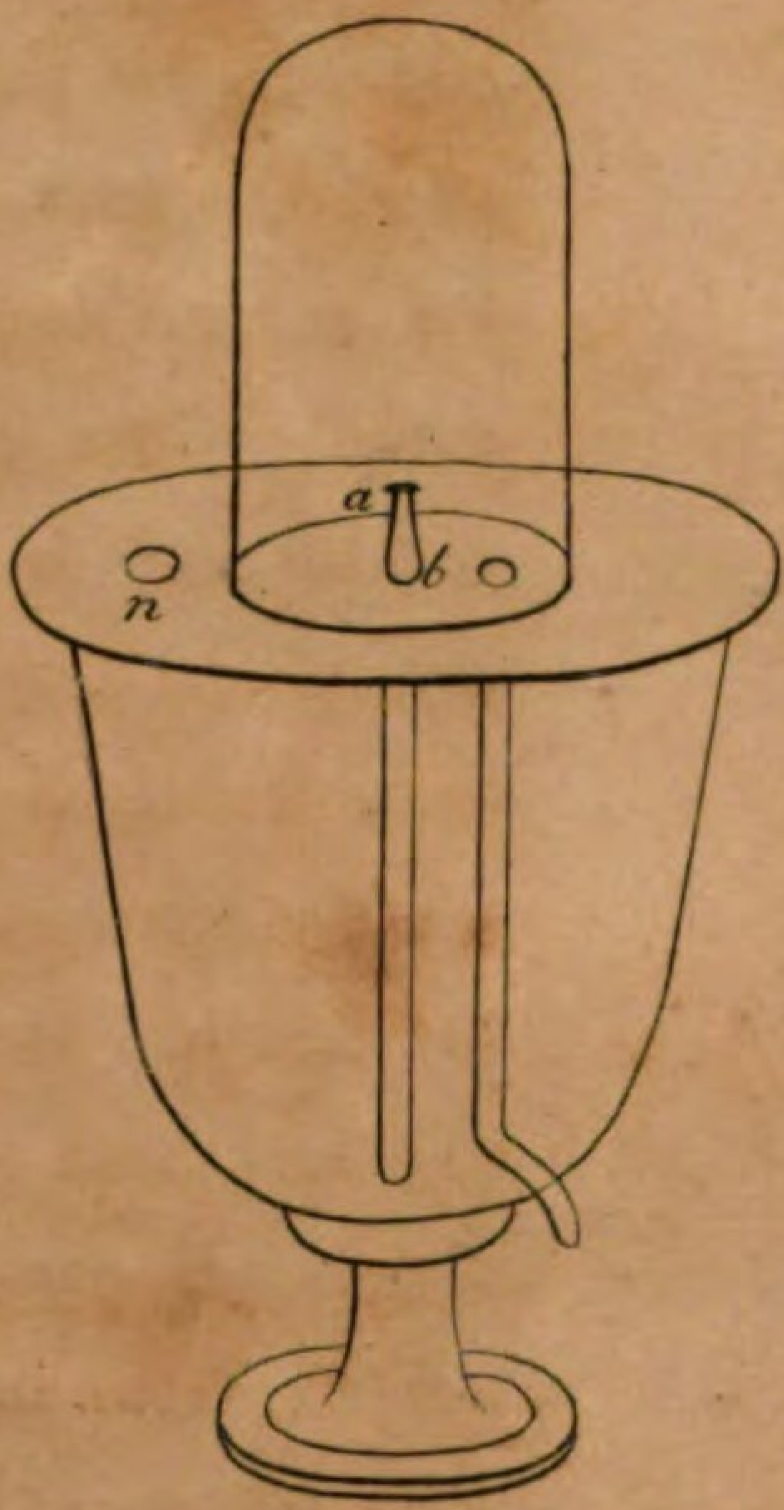


Fig. 12.

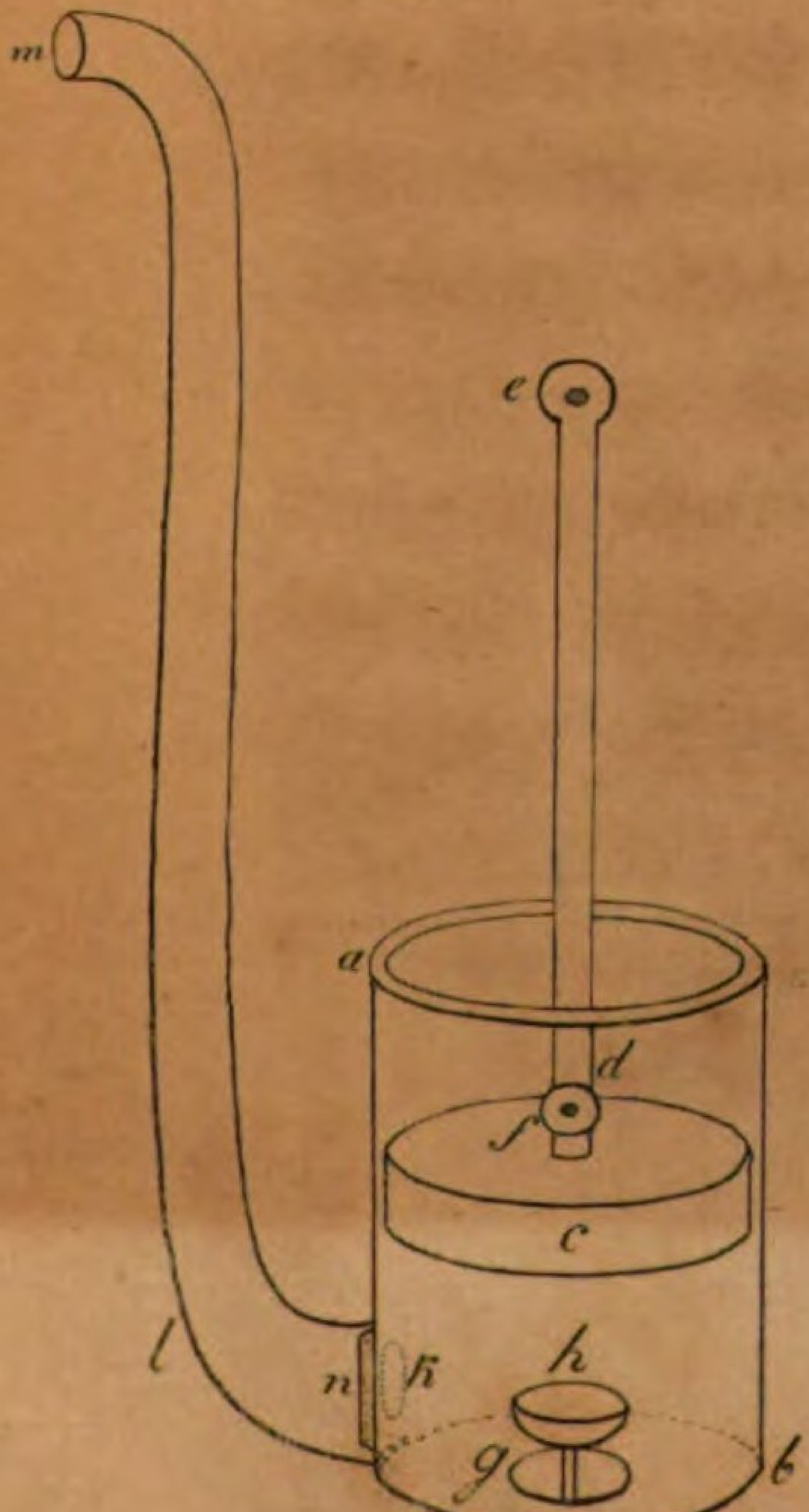


Fig. 13.

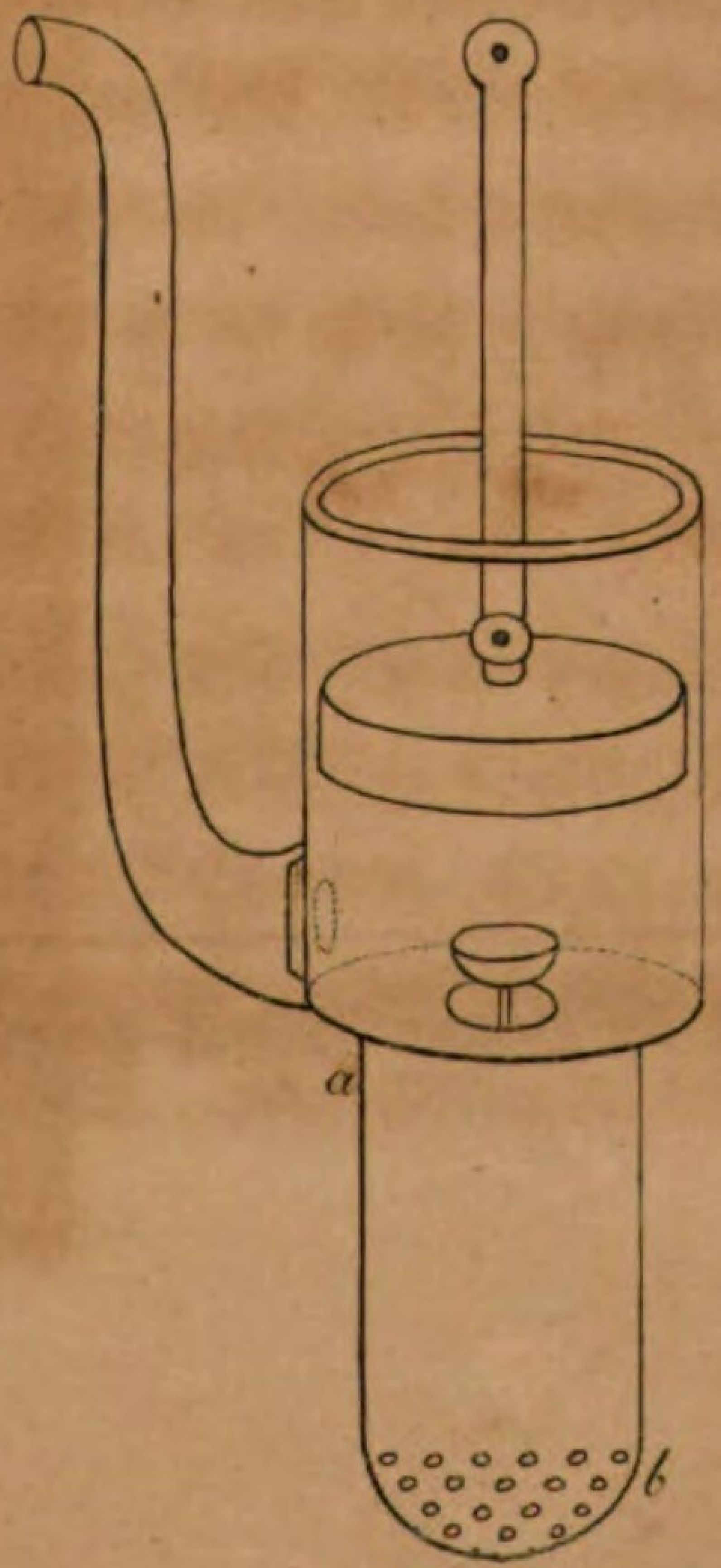
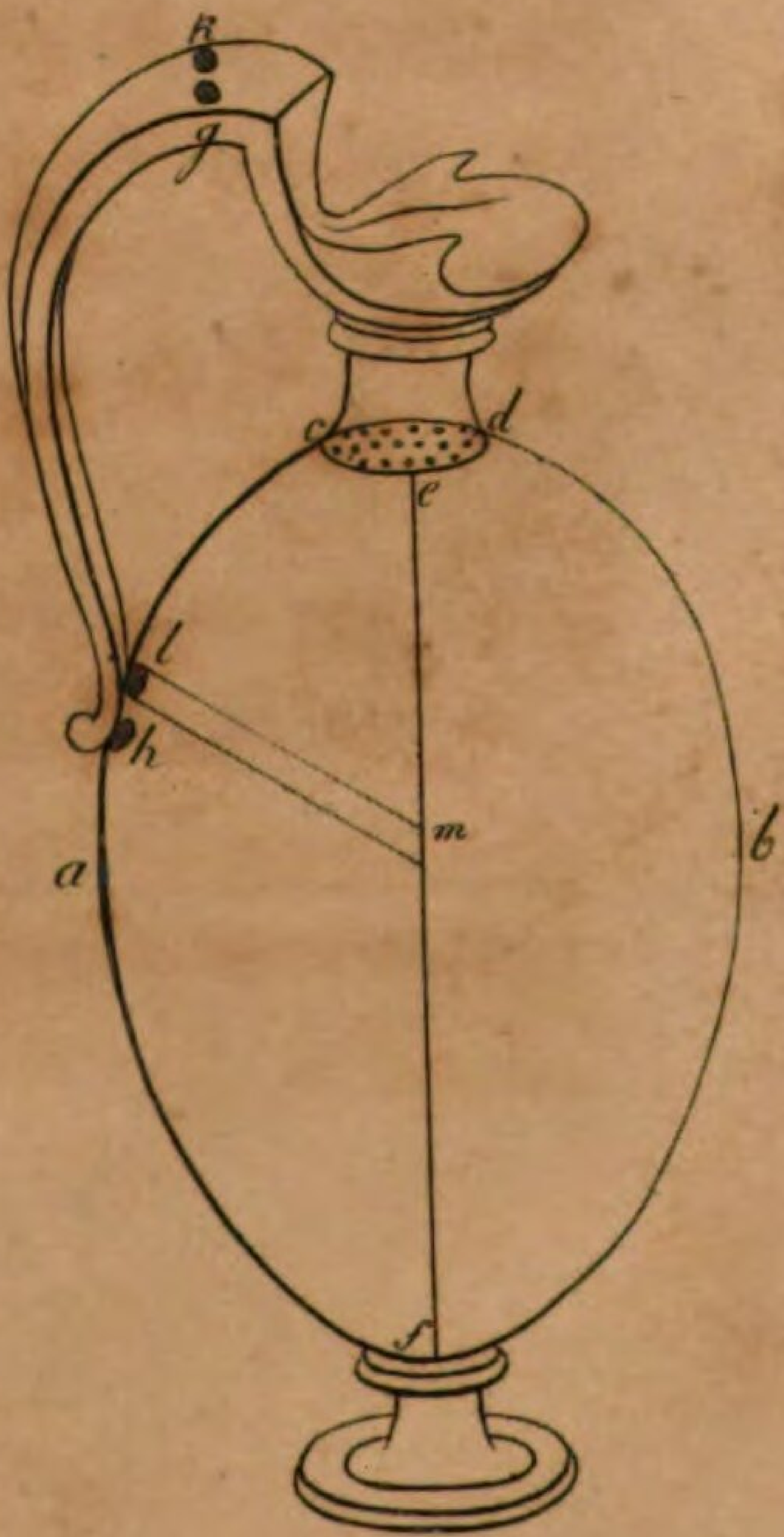


Fig. 14.



dert haben, als ſie ohne zu athmen ausdauern konnten. Sie bedienten ſich daher in ſolchen Fällen einer durch ſchwere Gewichte hinabgezogenen Glocke (*λέβητα καταφέντες*), die ſich nicht mit Waſſer füllt, ſondern Luft enthält, wenn ſie gerade hinabgelaſſen wird. Hatte jedoch der Taucher den Grund des Meeres erreicht, ſo verließ er die Glocke, und kehrte nur von Zeit zu Zeit, um Athem zu ſchöpfen, zu ihr zurück. Nun iſt aber bereits (Seite 5) geſagt worden, daß der Druck des Waſſers auf die Luft in einem umgekehrt unter Waſſer gehaltenen Gefäße ſo groß ſei, als eine gleiche Maſſe von Waſſer ſchwerer iſt; enthält nemlich ein ſolches Gefäß nur einen Kubikzoll Luft, ſo iſt der Druck darauf auch nur ſo groß als ein Kubikzoll Waſſer ſchwerer iſt; jemehr Luft alſo das Gefäß enthält, je größer iſt auch der Druck des Waſſers darauf. Hieraus folgt demnach, daß eine Taucherglocke nicht ſehr groß ſein darf, weil zu ſtark verdichtete Luft das Athmen unmöglich macht. Iſt aber die Glocke erſt ganz mit Waſſer bedeckt, ſo wird der Druck auf die Luft nicht mehr vergrößert, wenn man ſie auch bis auf den Grund des tiefſten Meeres hinablaſſen wollte. Das Mariottiſche Geſetz iſt folglich eine Thorheit.

Gedruckt bei Johann Friedrich Starcke.

Taf. I.

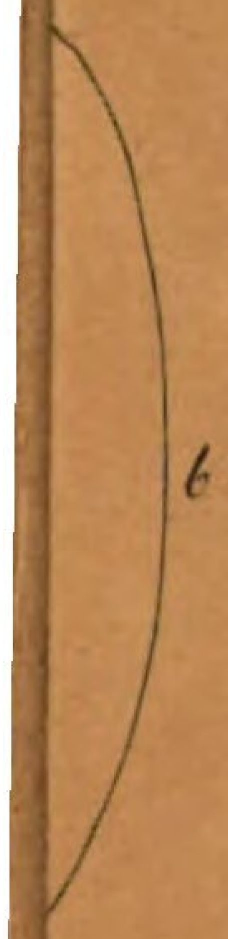


Fig. 5.

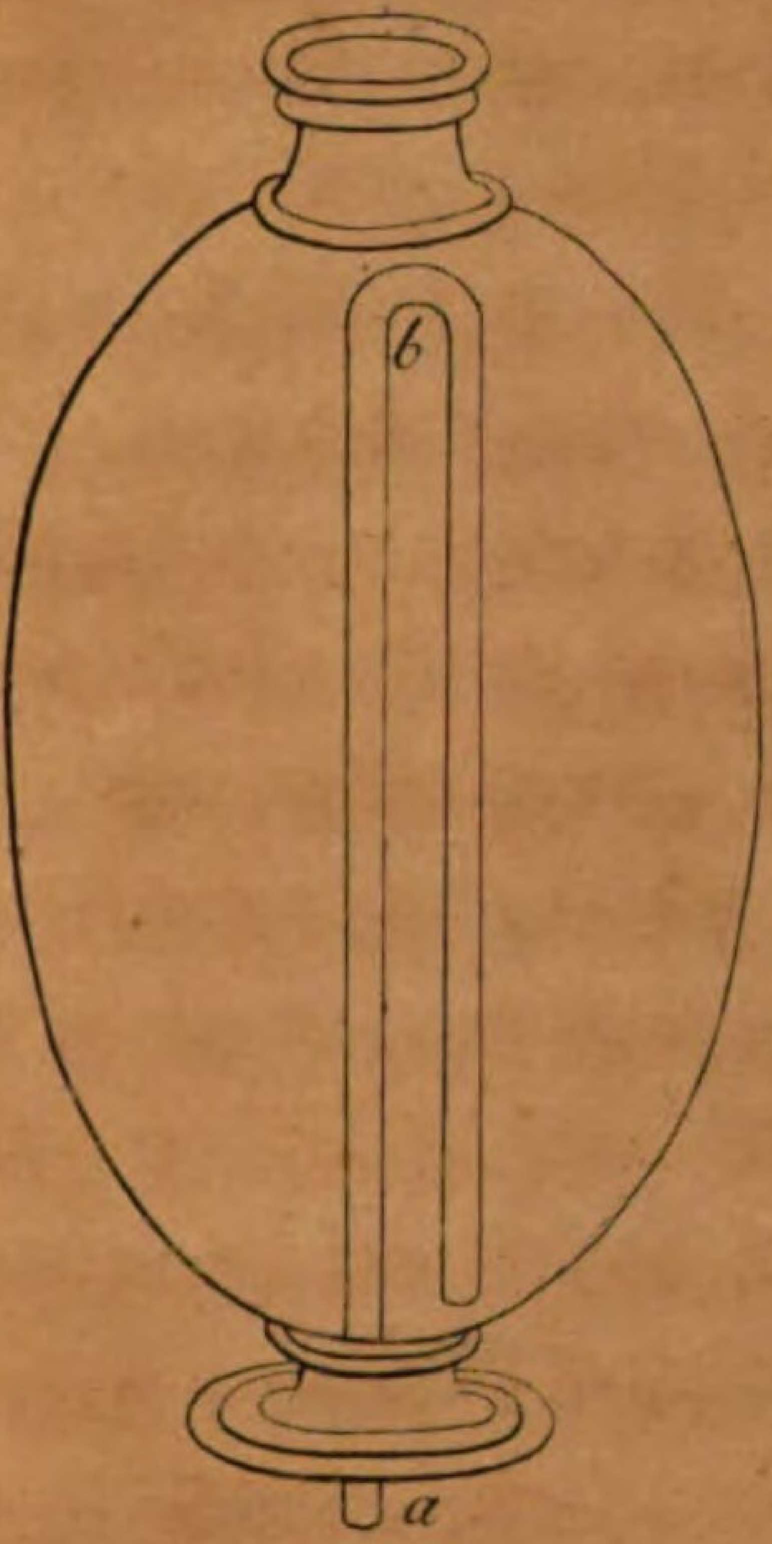


Fig. 6.

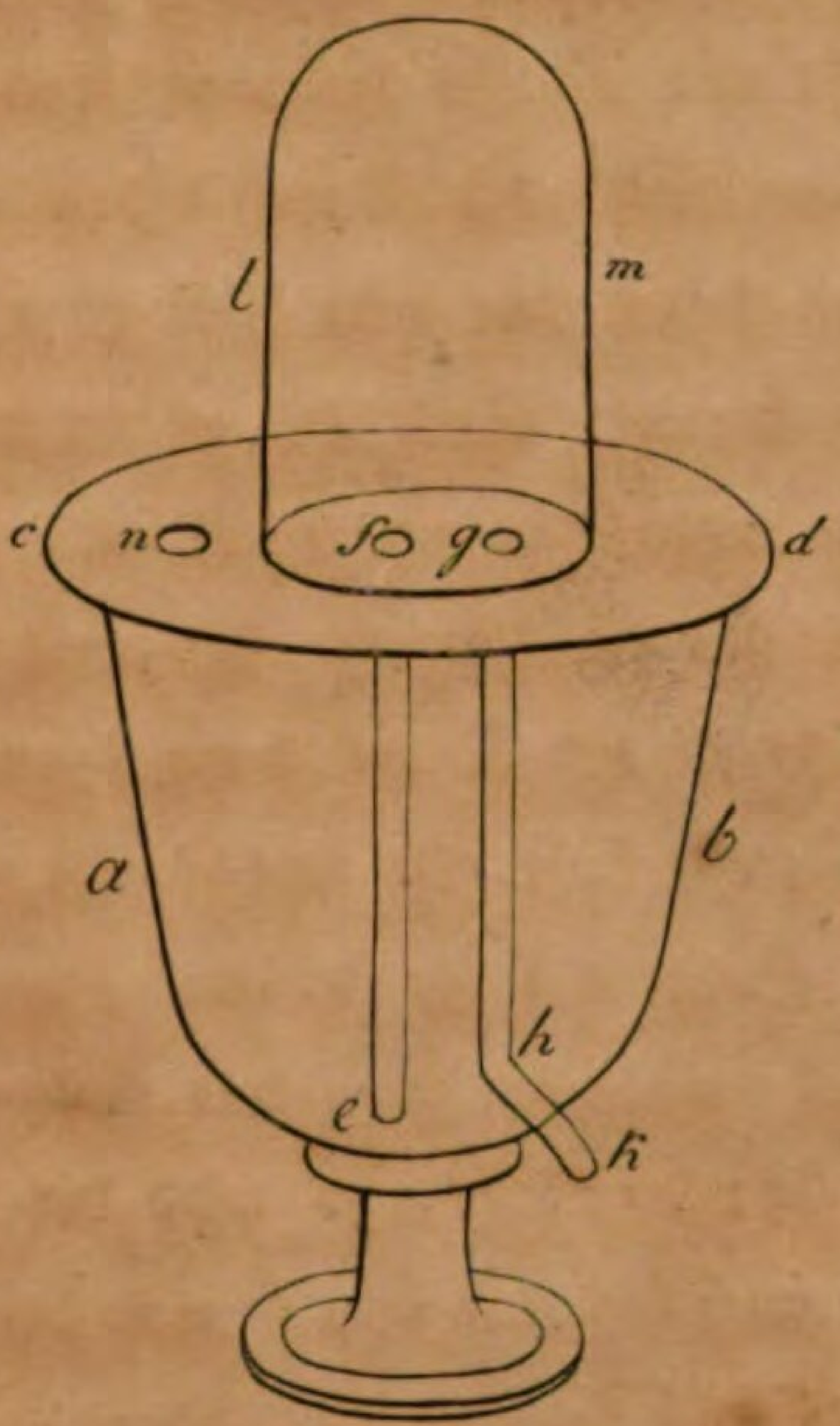


Fig. 7.

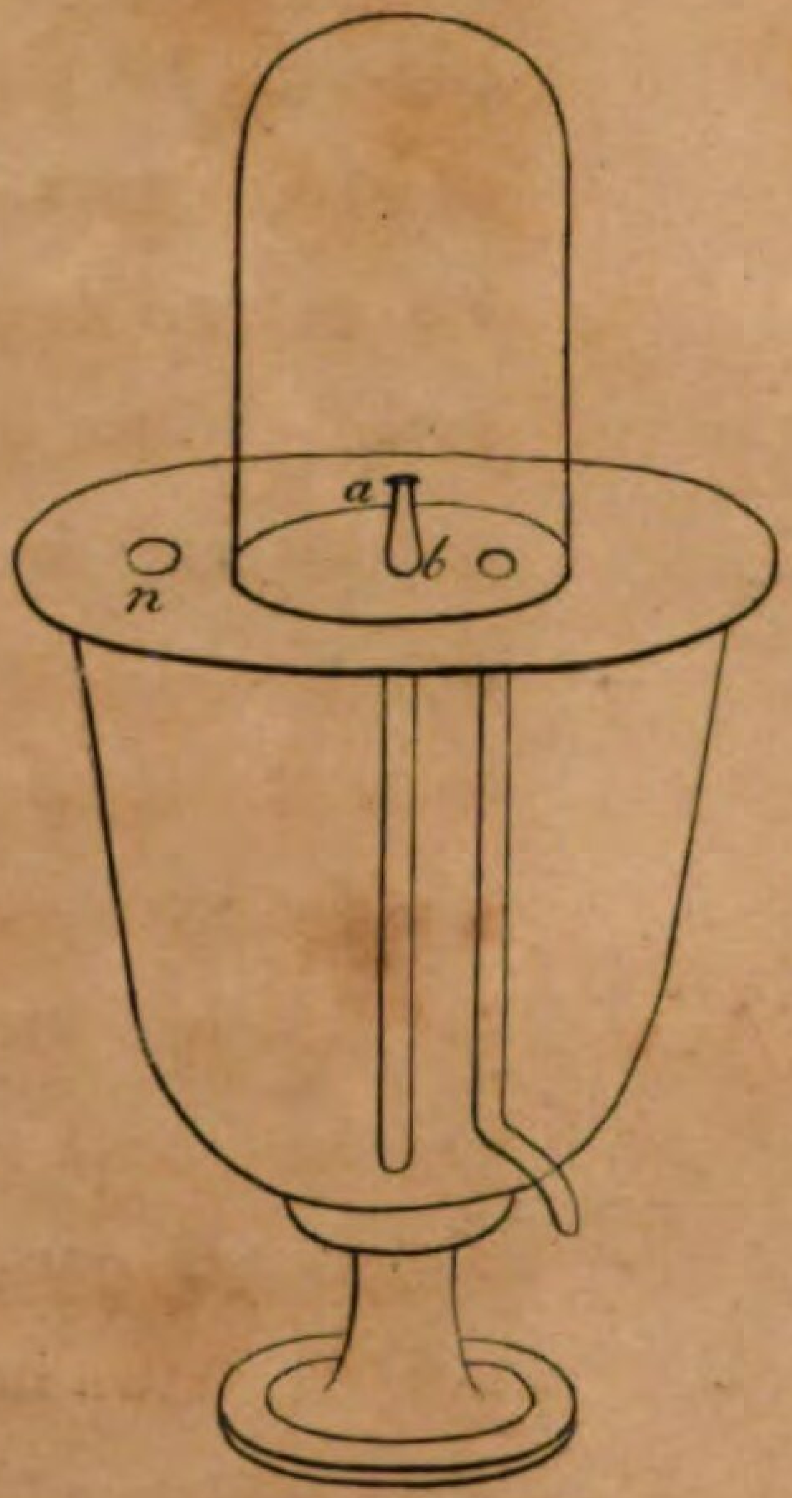


Fig. 12.

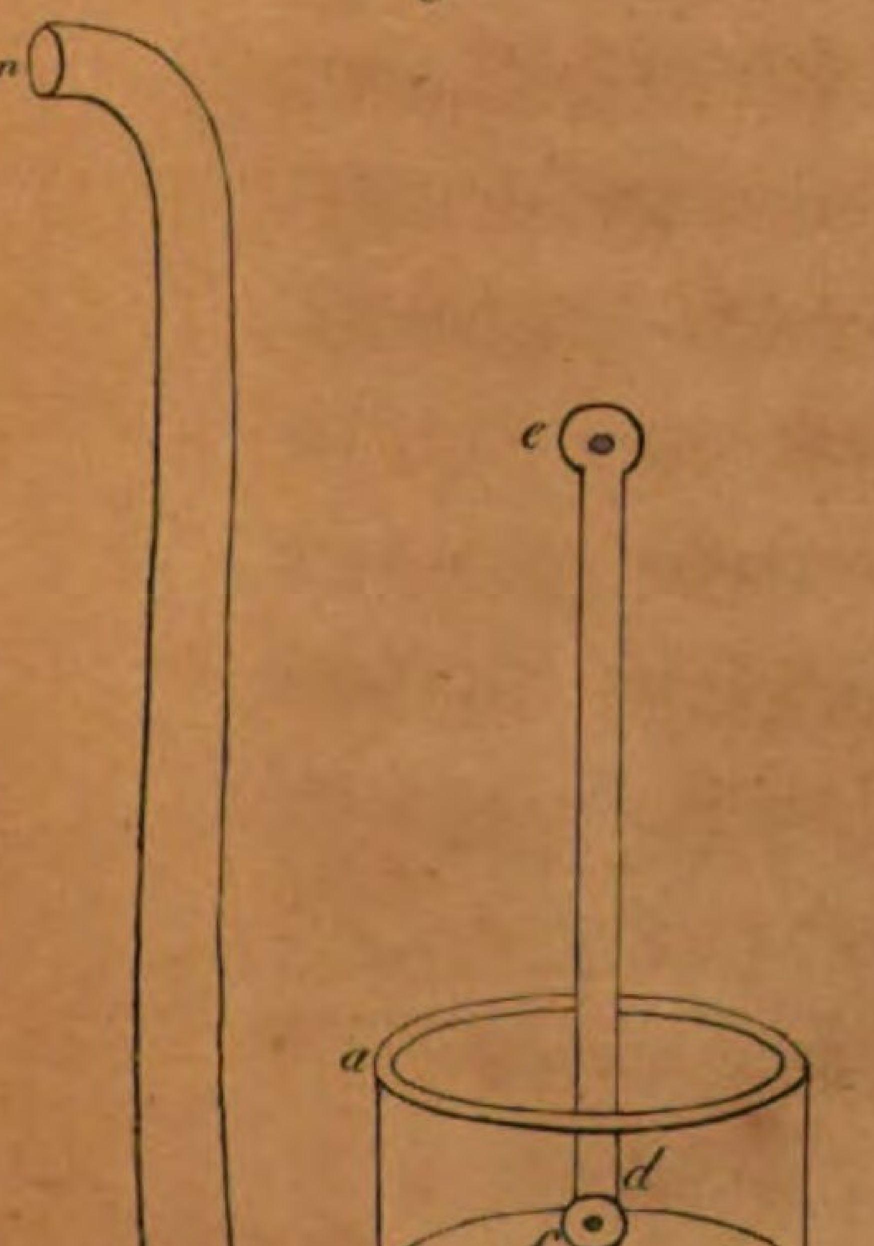


Fig. 13.

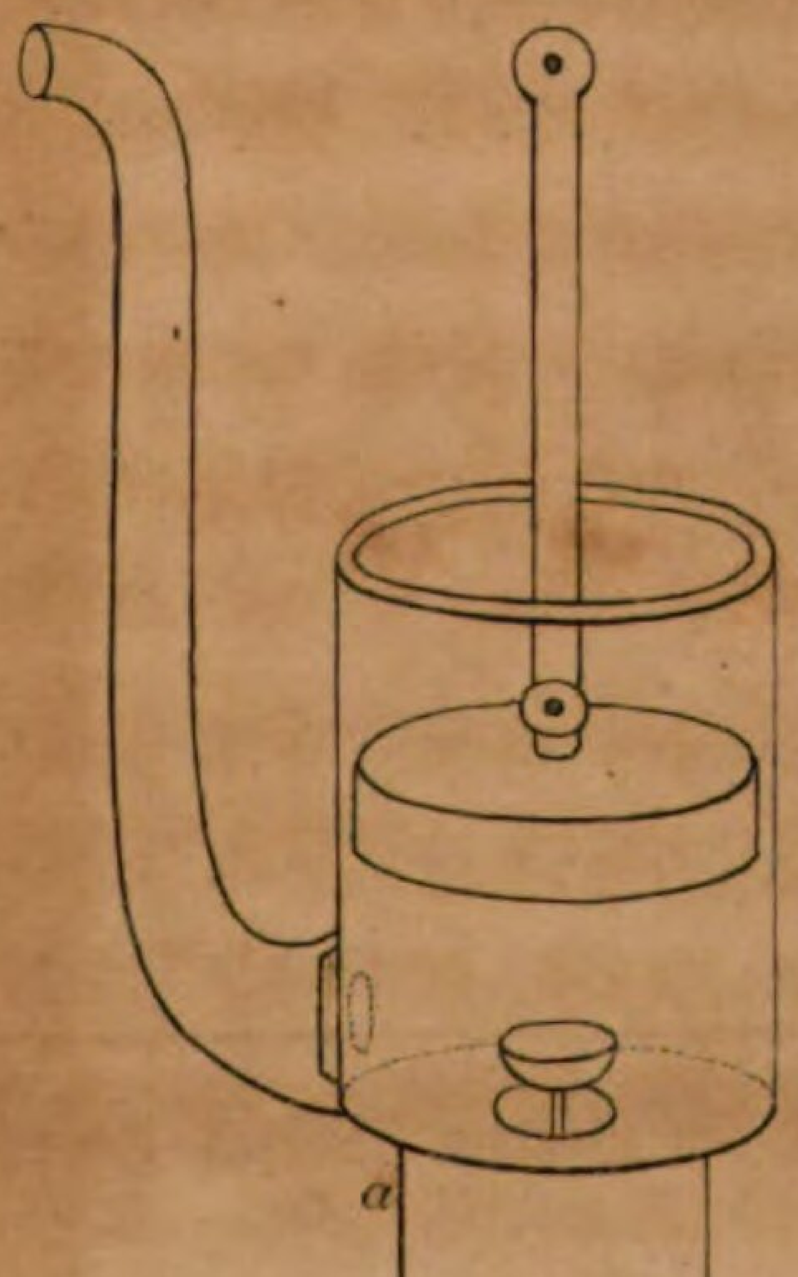


Fig. 14.

dert haben, als ſie ohne zu athmen ausdauern konnten. Sie bedienten ſich daher in ſolchen Fällen einer durch ſchwere Gewichte hinabgezogenen Glocke (λέβητα καταφέντες), die ſich nicht mit Waſſer füllt, ſondern Luft enthält, wenn ſie gerade hinabgelaſſen wird. Hatte jedoch der Taucher den Grund des Meeres erreicht, ſo verließ er die Glocke, und kehrte nur von Zeit zu Zeit, um Athem zu ſchöpfen, zu ihr zurück. Nun iſt aber bereits (Seite 5) geſagt worden, daß der Druck des Waſſers auf die Luft in einem umgekehrt unter Waſſer gehaltenen Gefäße ſo groß ſei, als eine gleiche Maſſe von Waſſer ſchwerer iſt; enthält nemlich ein ſolches Gefäß nur einen Kubikzoll Luft, ſo iſt der Druck darauf auch nur ſo groß als ein Kubikzoll Waſſer ſchwerer iſt; jemehr Luft alſo das Gefäß enthält, je größer iſt auch der Druck des Waſſers darauf. Hieraus folgt demnach, daß eine Taucherglocke nicht ſehr groß ſein darf, weil zu ſtark verdichtete Luft das Athmen unmöglich macht. Iſt aber die Glocke erſt ganz mit Waſſer bedeckt, ſo wird der Druck auf die Luft nicht mehr vergrößert, wenn man ſie auch bis auf den Grund des tiefſten Meeres hinablaſſen wollte. Das Mariottiſche Geſetz iſt folglich eine Thorheit.

Gedruckt bei Johann Friedrich Starcke.

Fig. 1.

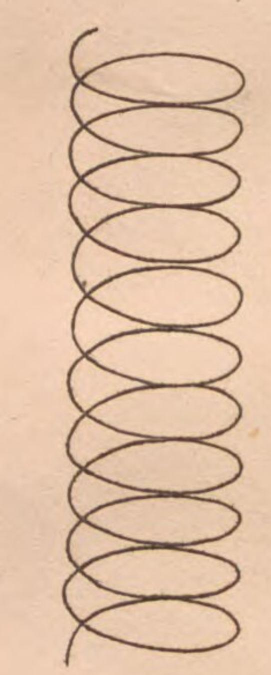


Fig. 2.

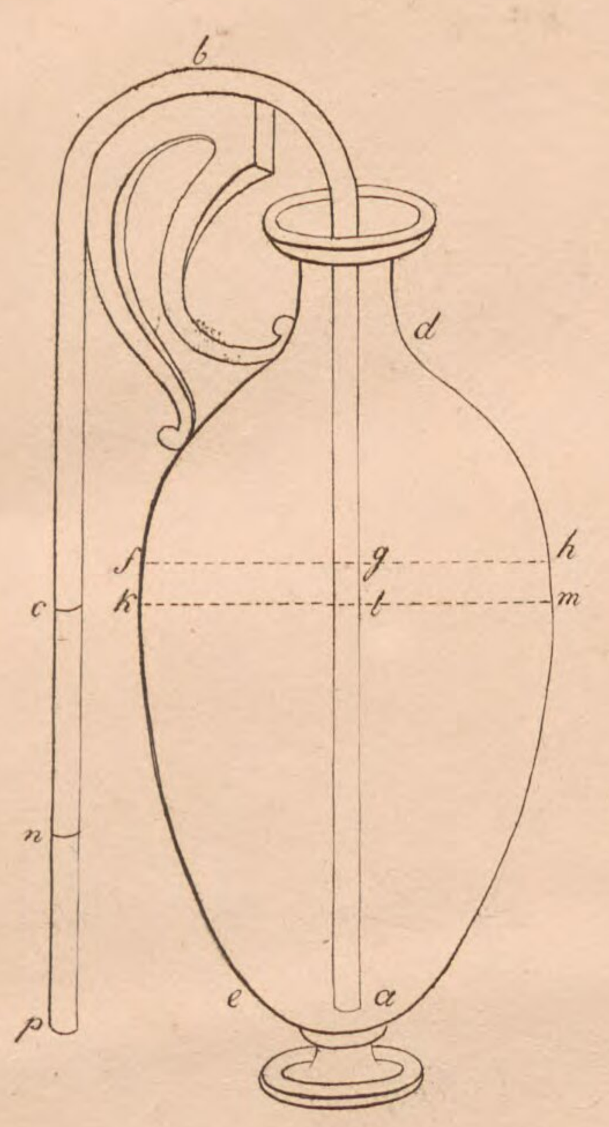


Fig. 3.

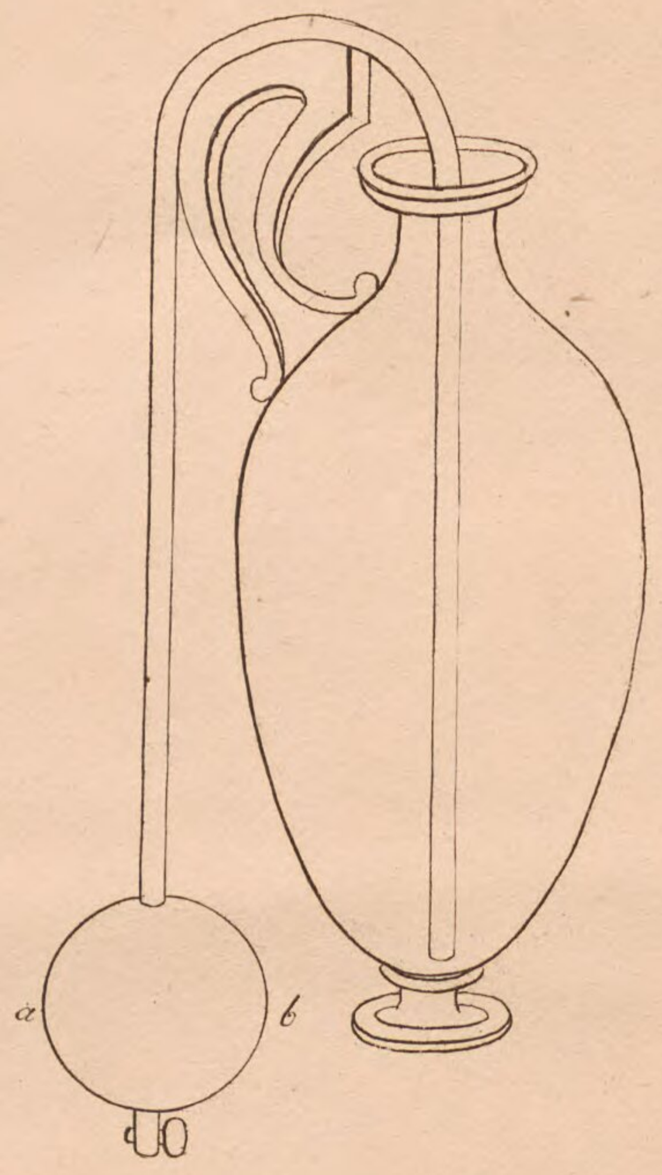


Fig. 4.

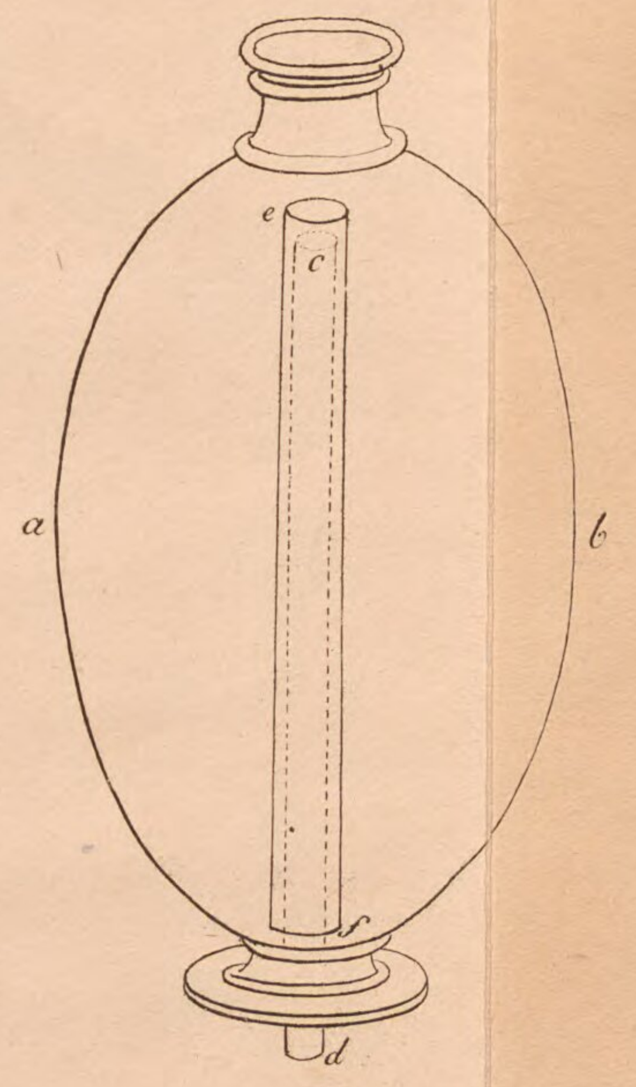


Fig. 5.

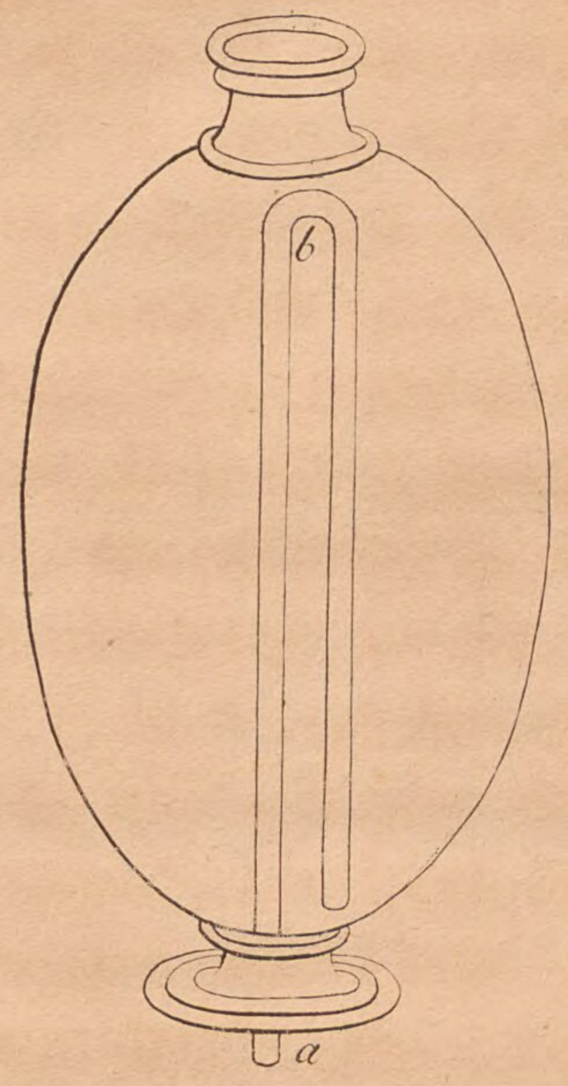


Fig. 6.

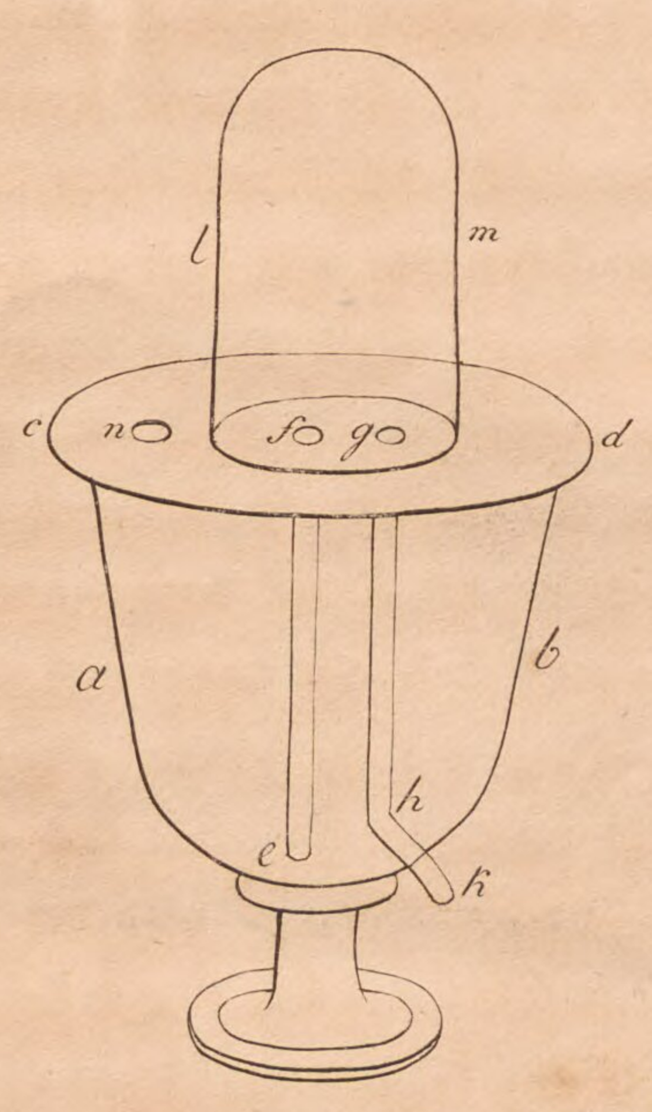


Fig. 7.

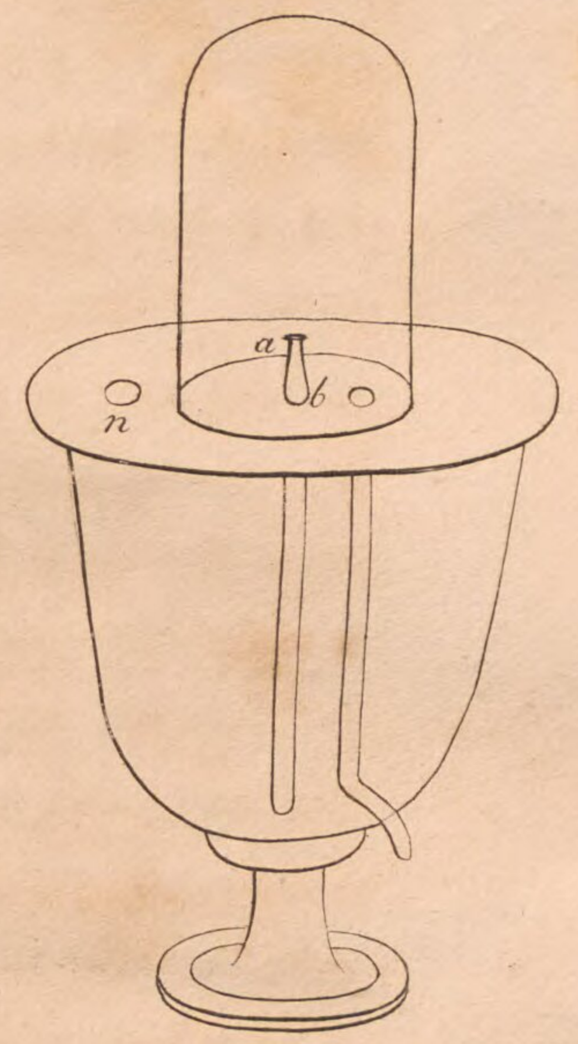


Fig. 8.

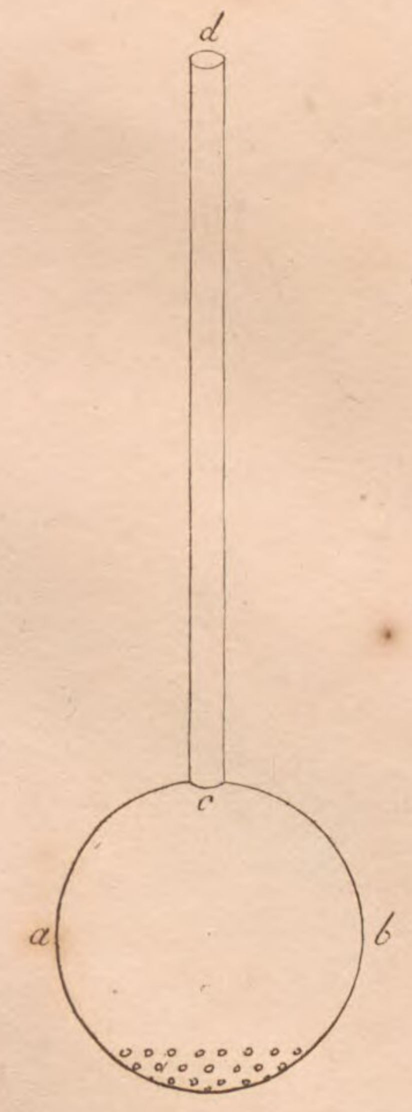


Fig. 9.

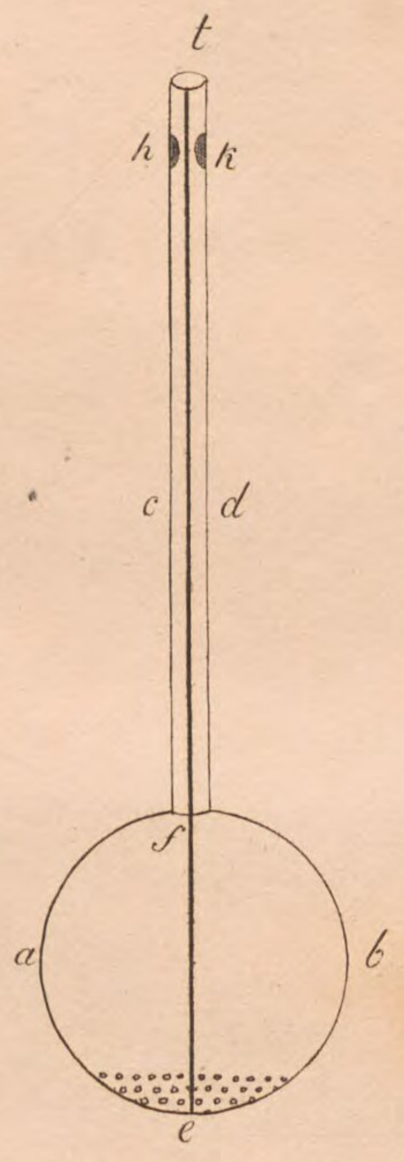


Fig. 10.

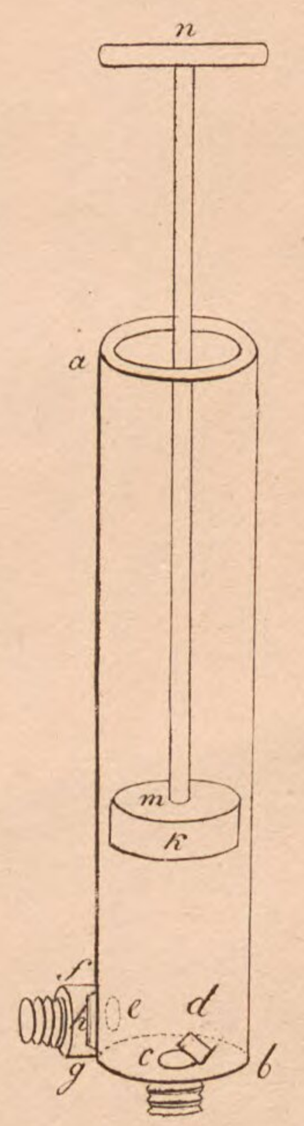


Fig. 11.

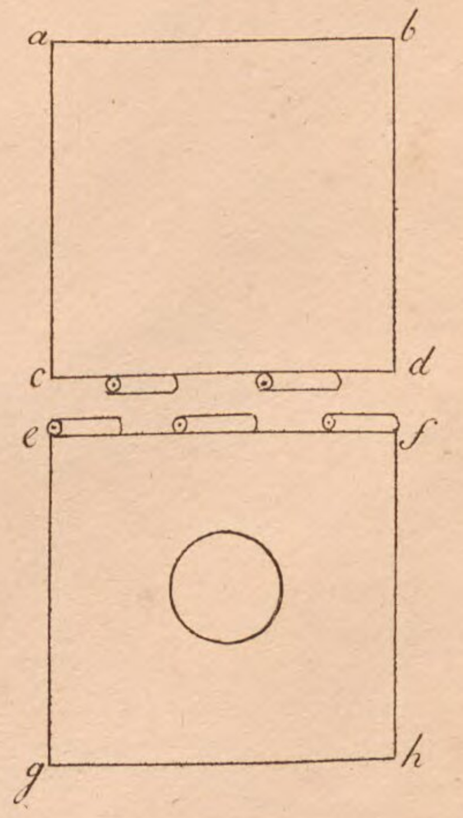


Fig. 12.

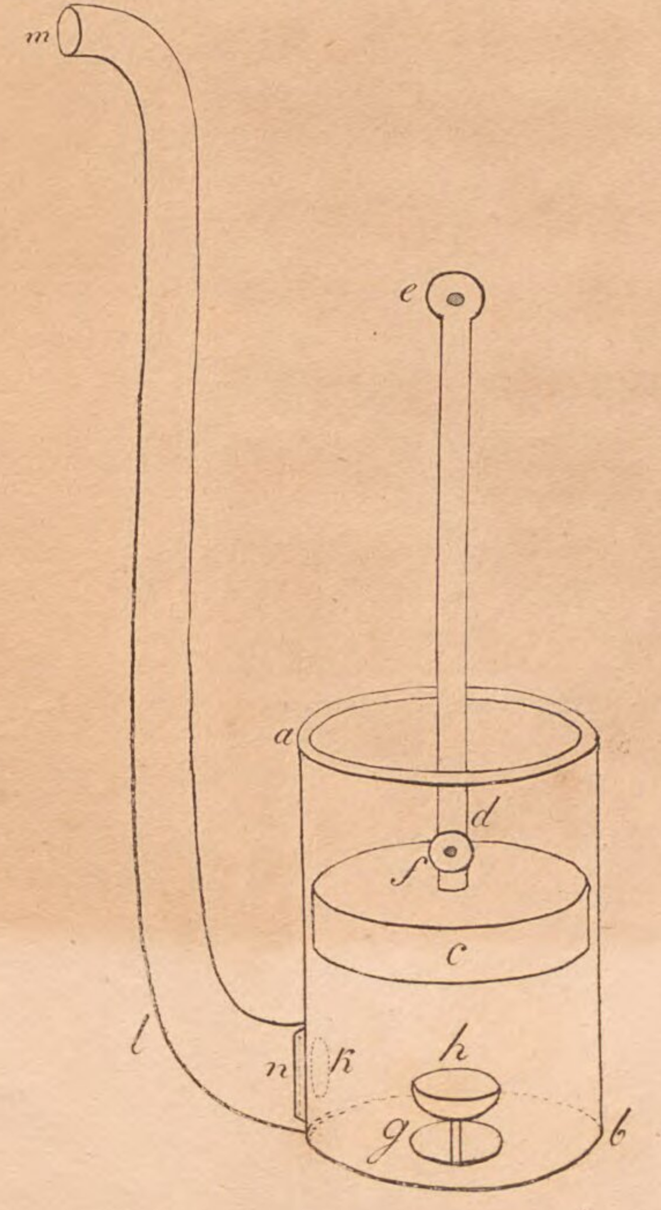


Fig. 13.

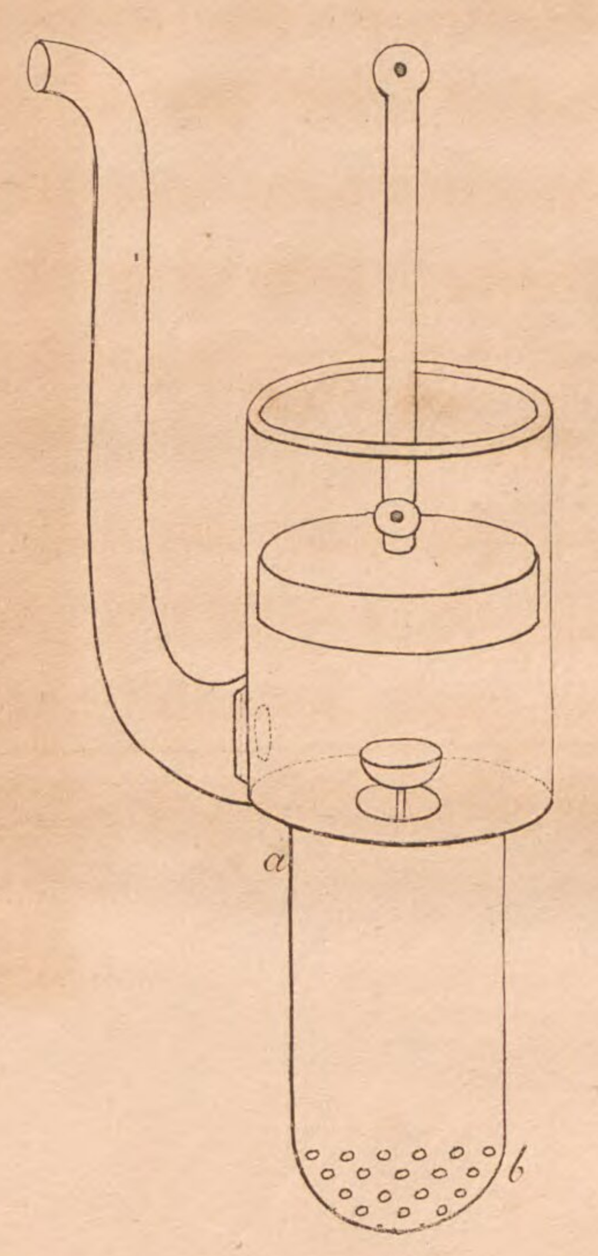


Fig. 14.

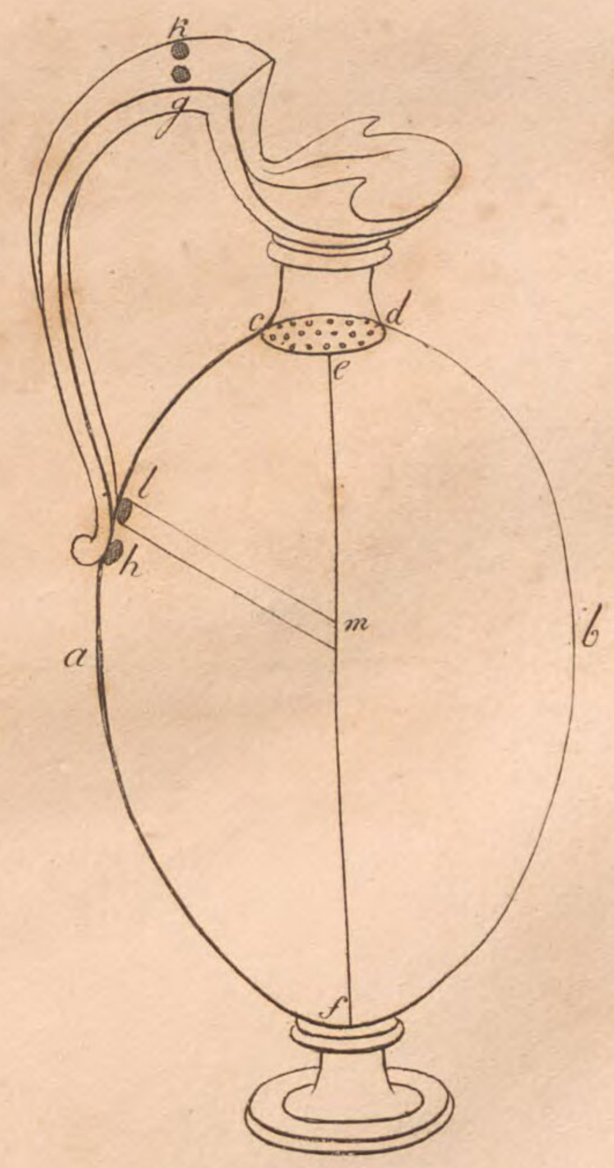


Fig. 15.

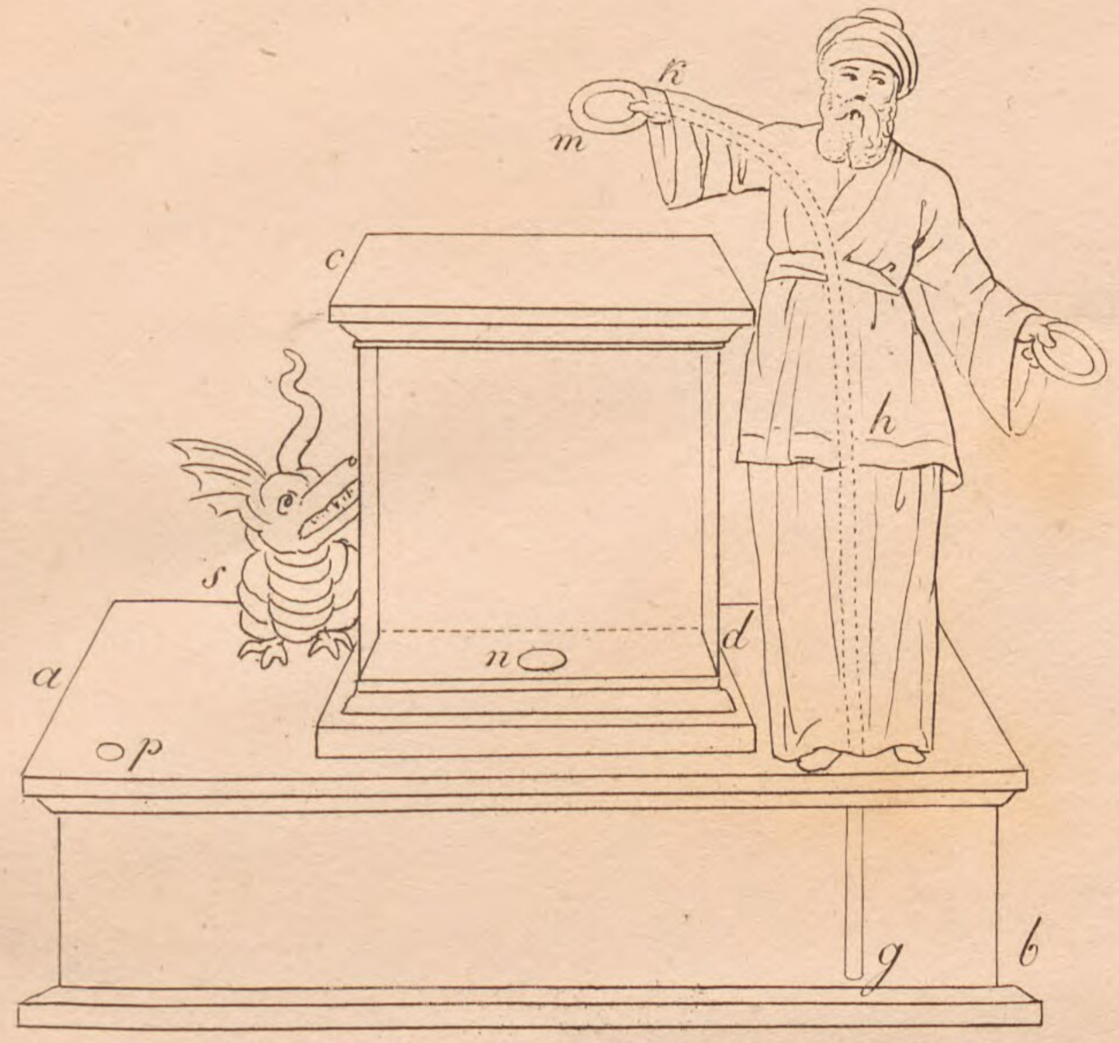


Fig. 16.

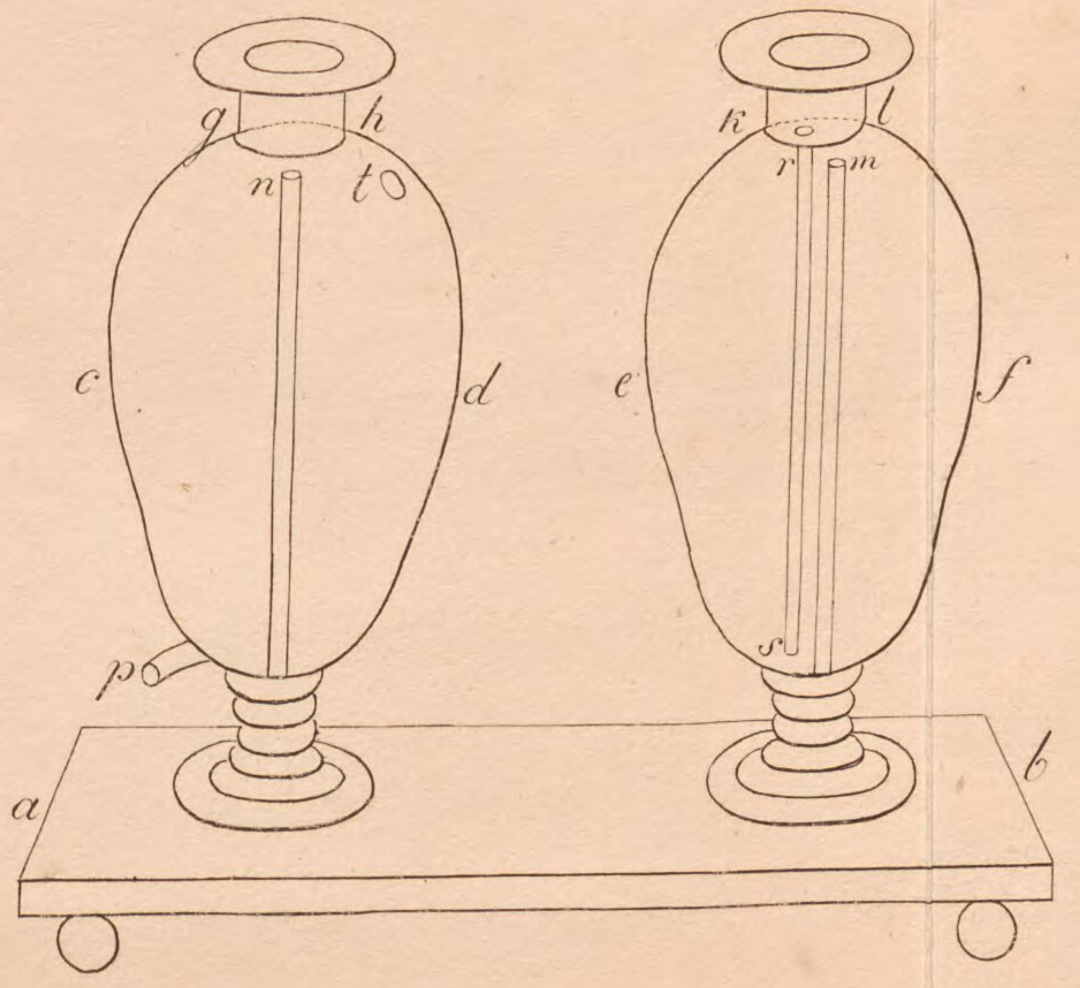


Fig. 17.

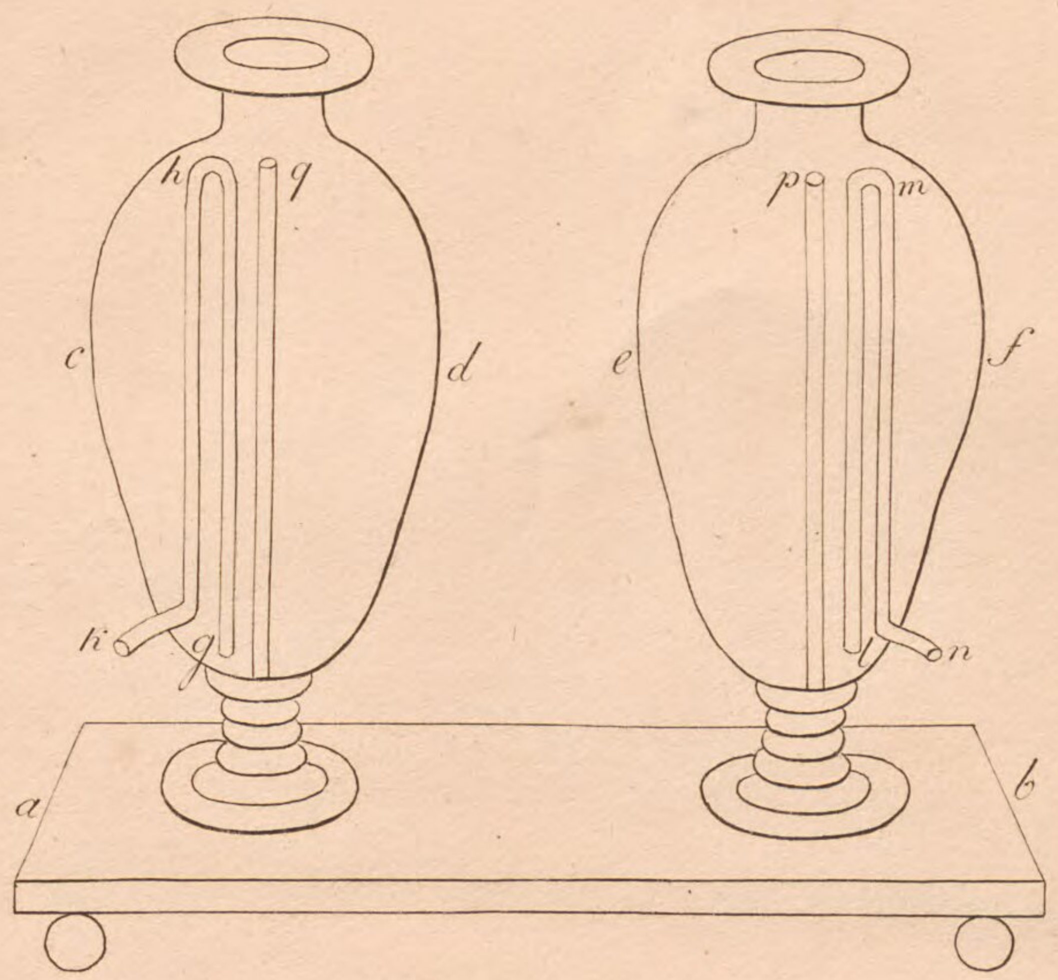


Fig. 18.

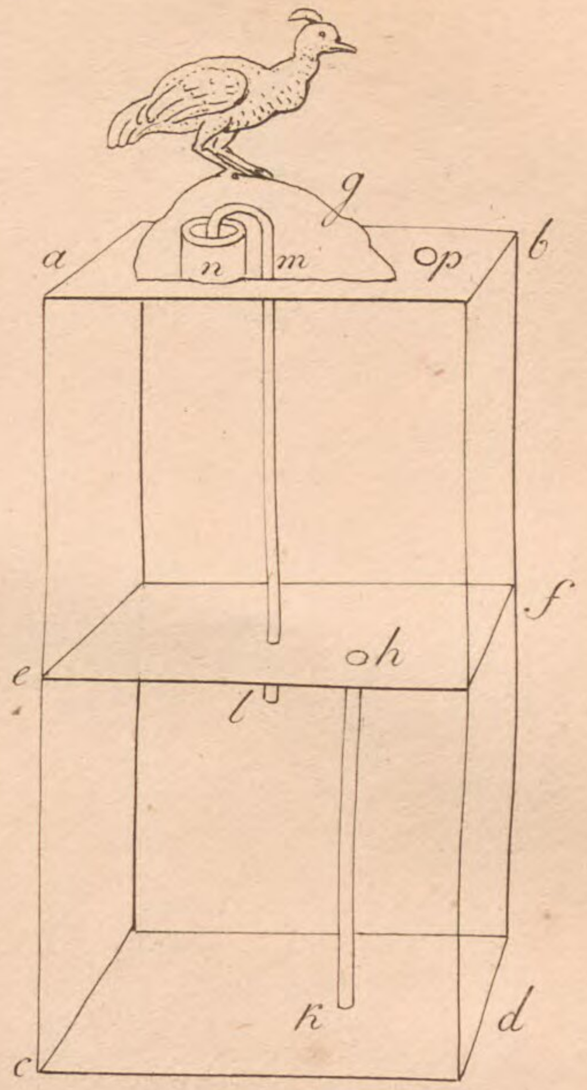


Fig. 19.

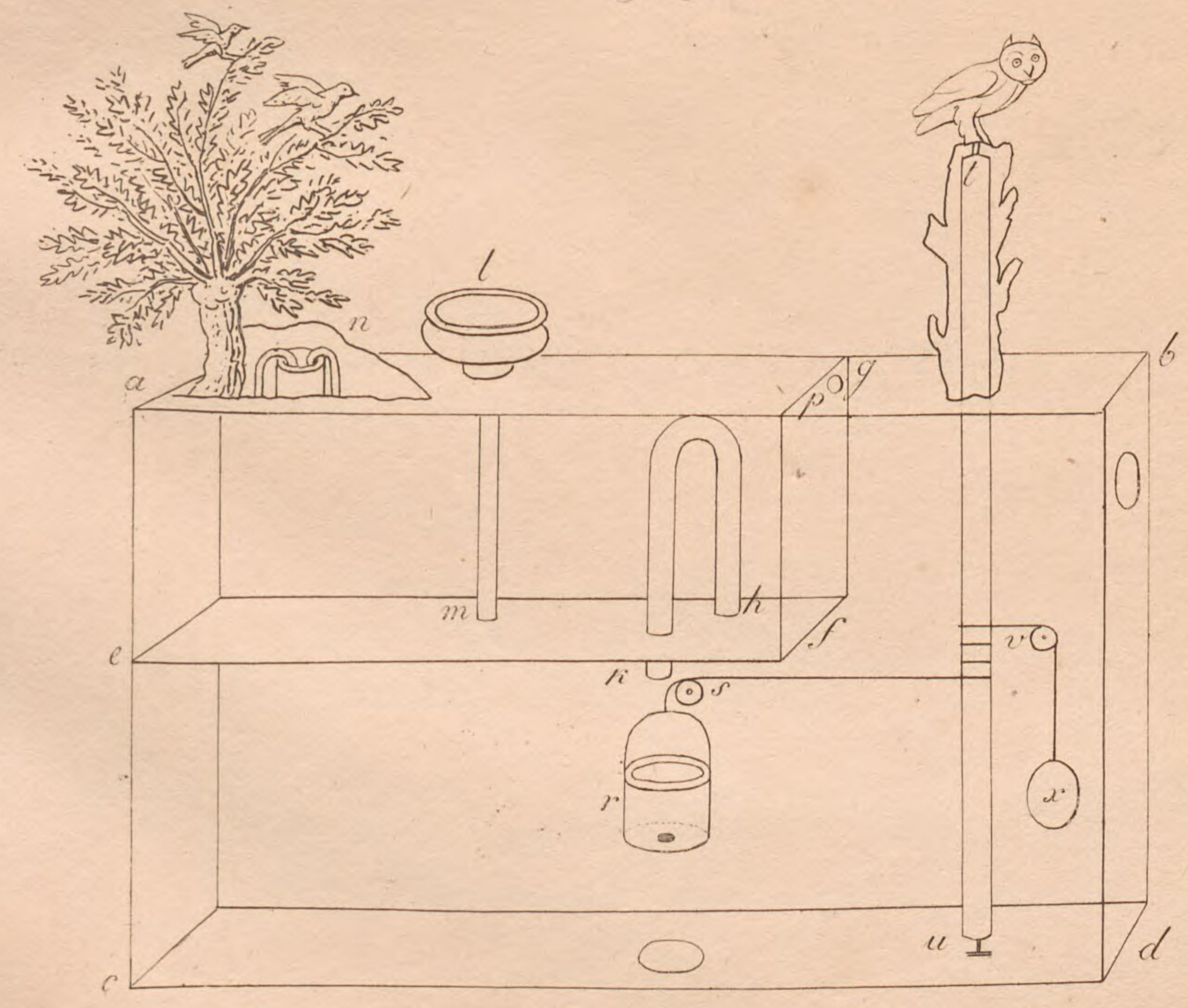


Fig. 20.

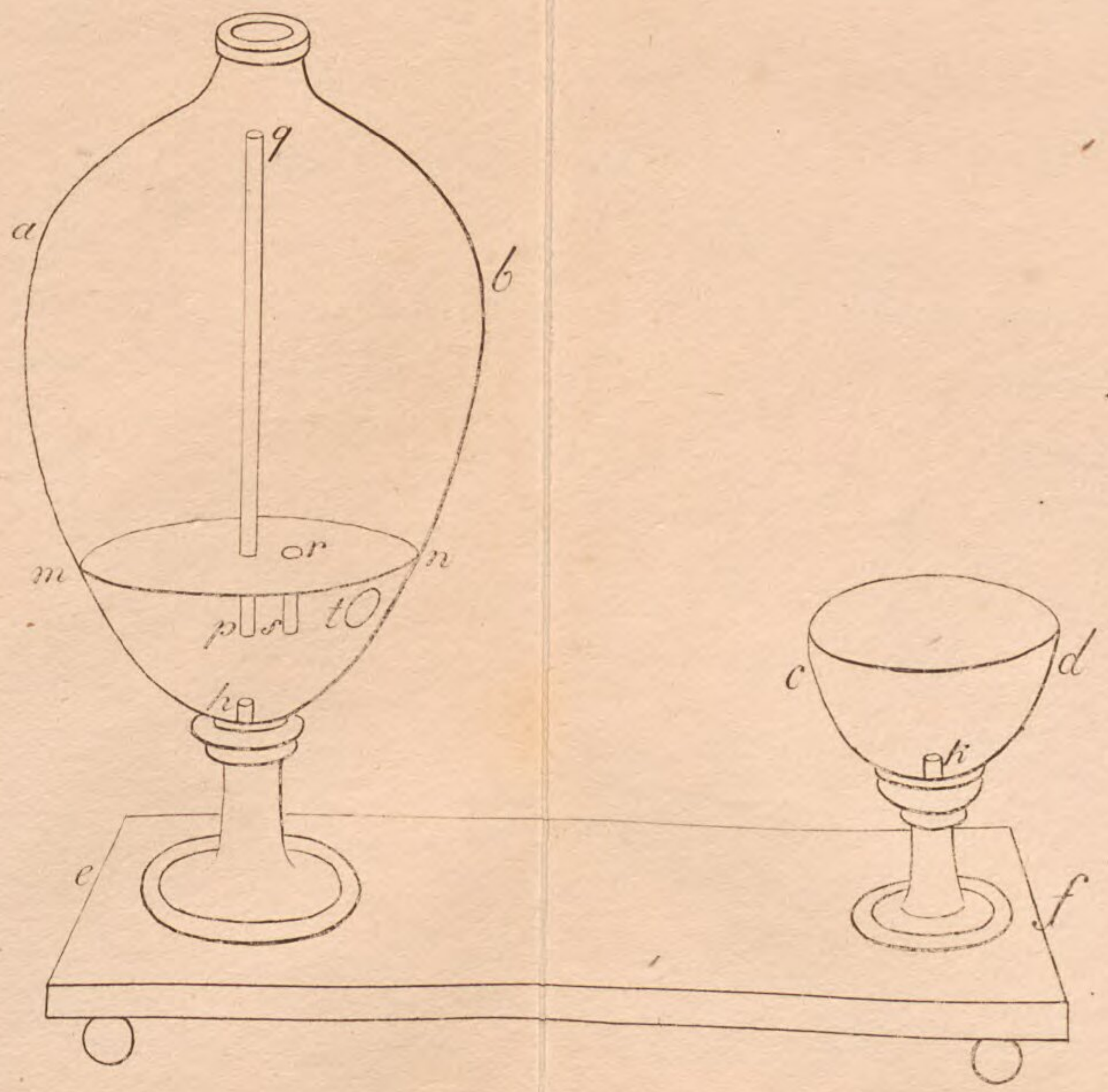


Fig. 21.

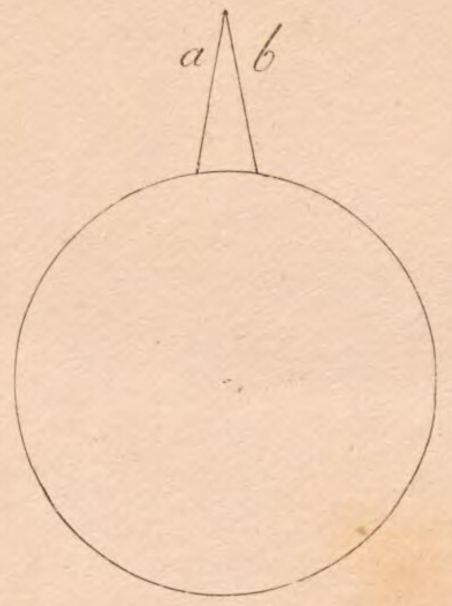


Fig. 22.

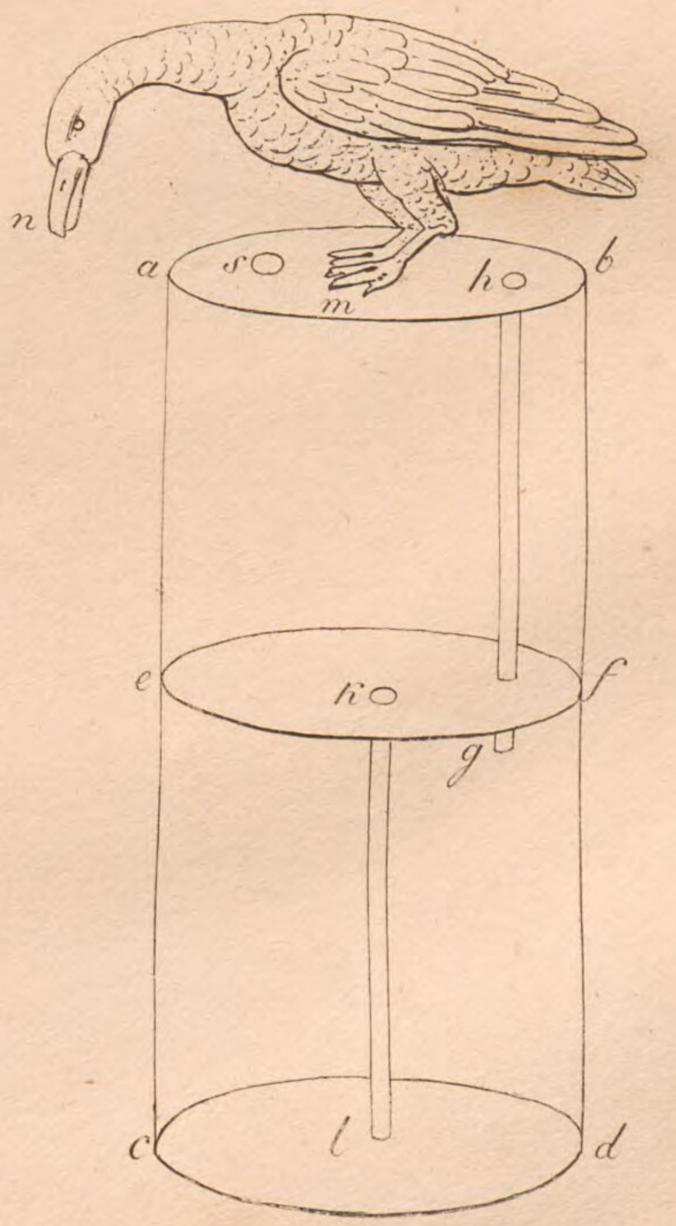


Fig. 23.

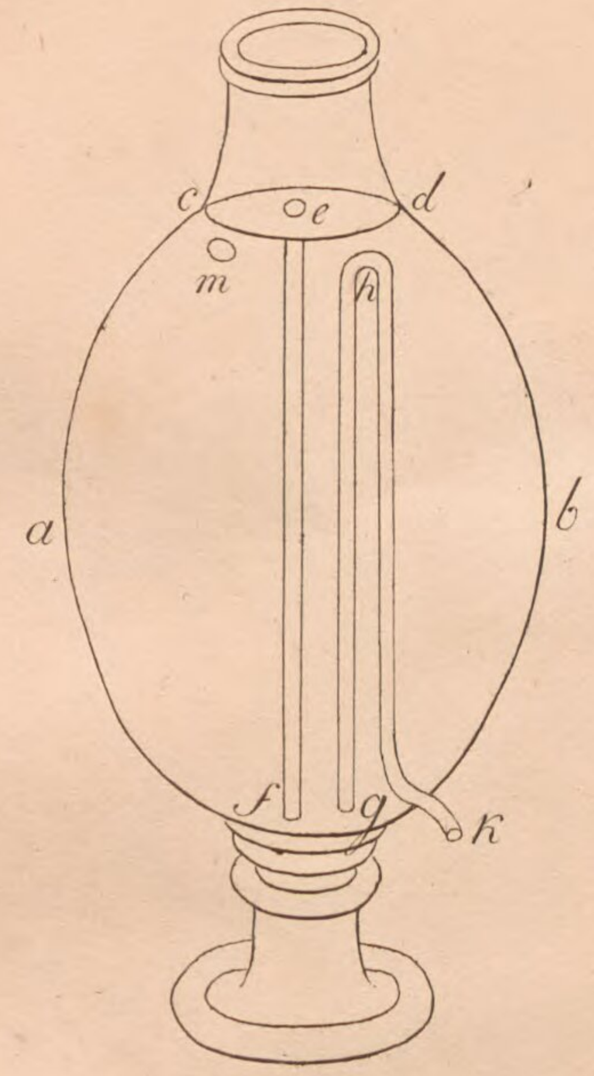


Fig. 24.

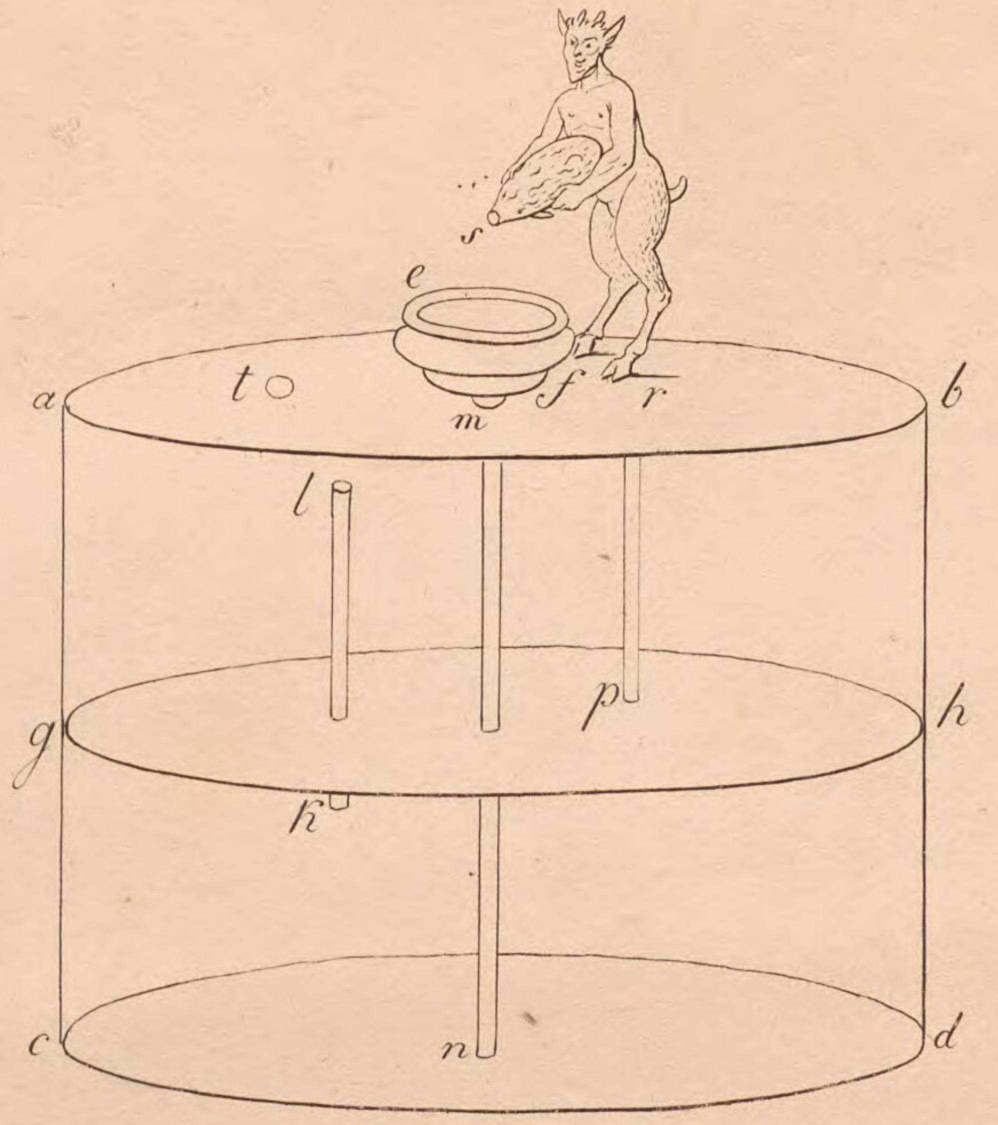


Fig. 25.

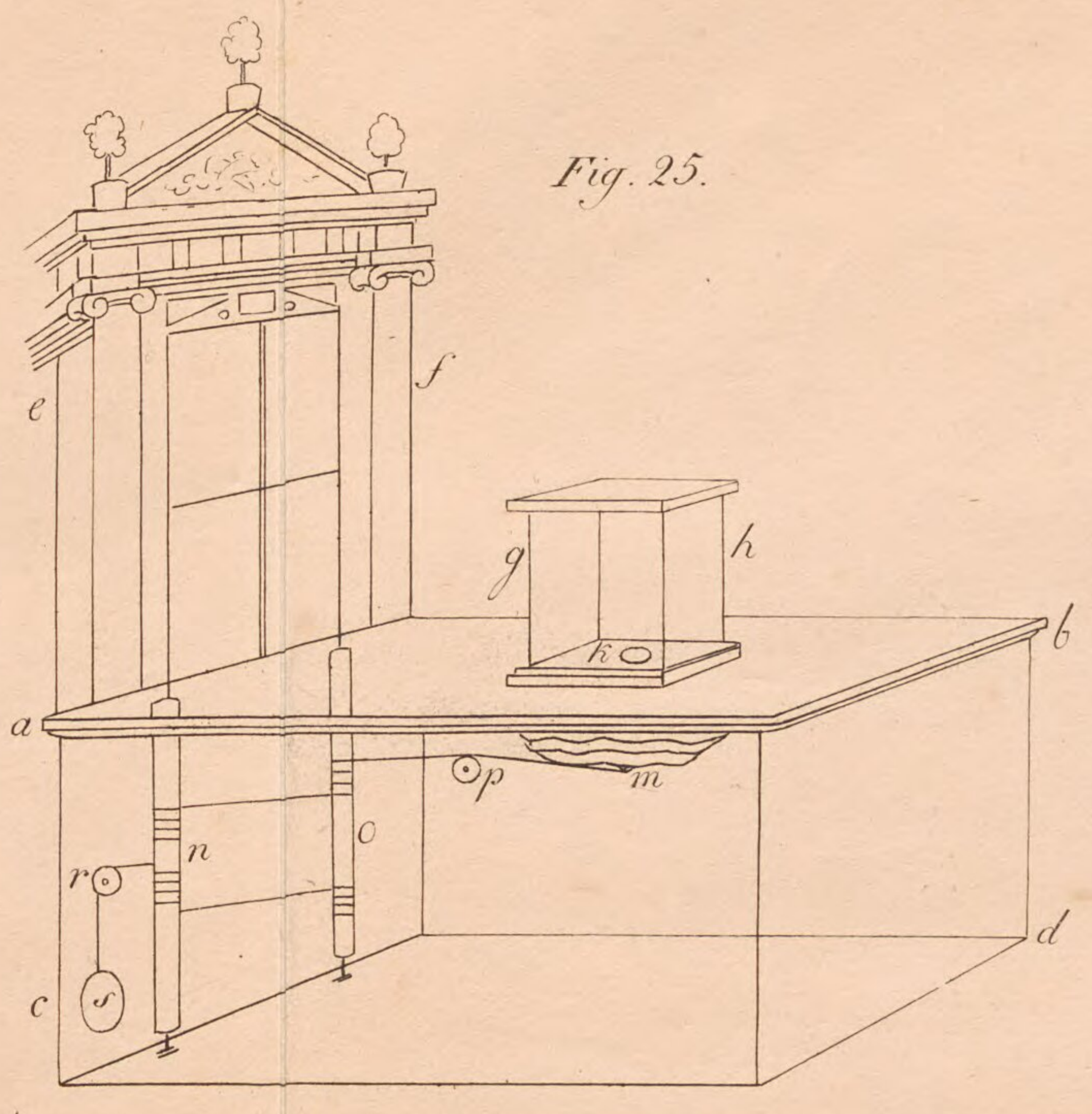


Fig. 26.

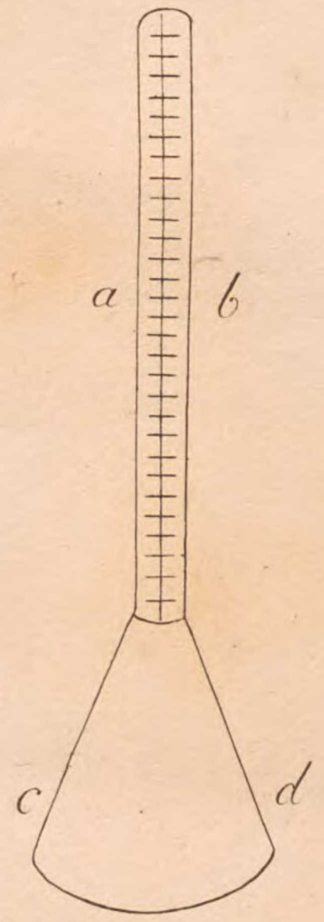


Fig. 27.

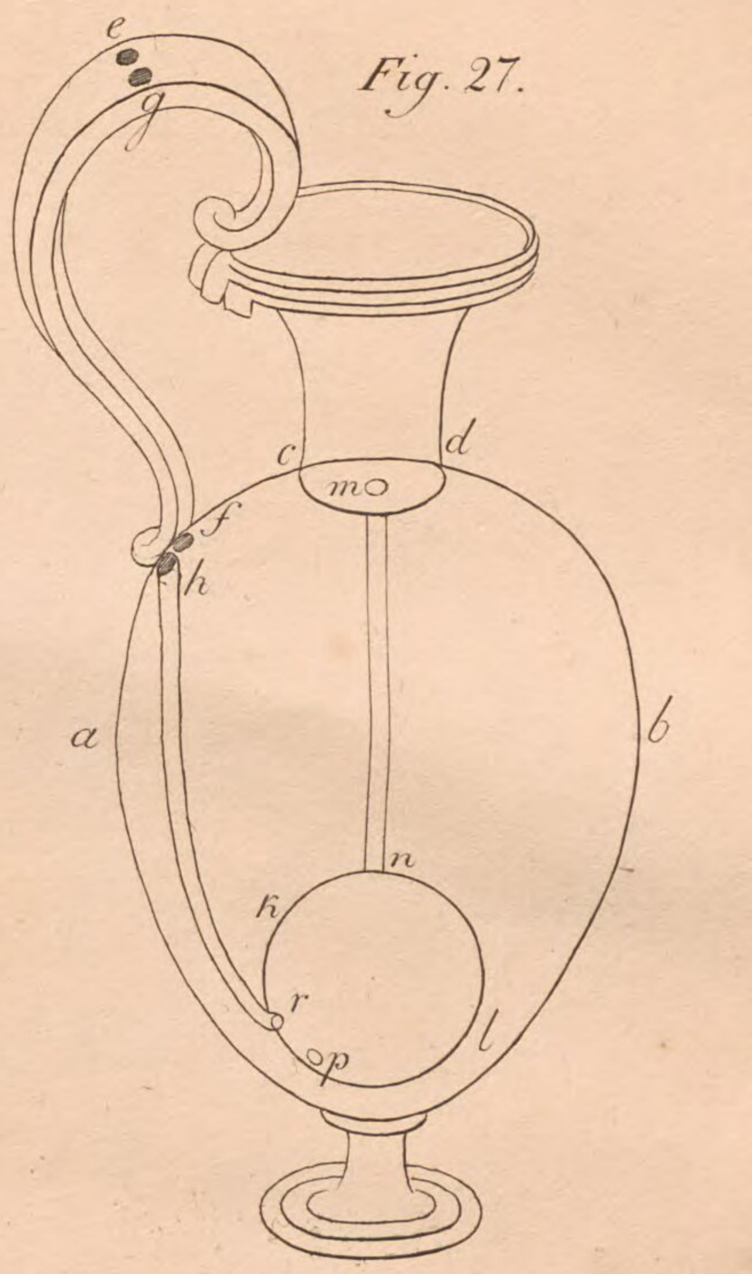


Fig. 28.

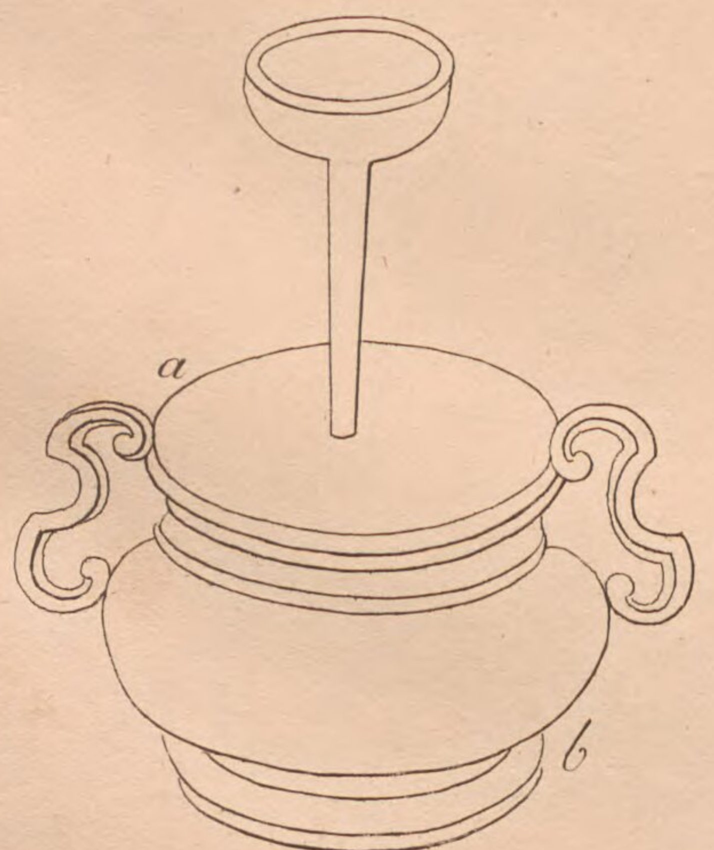


Fig. 29.

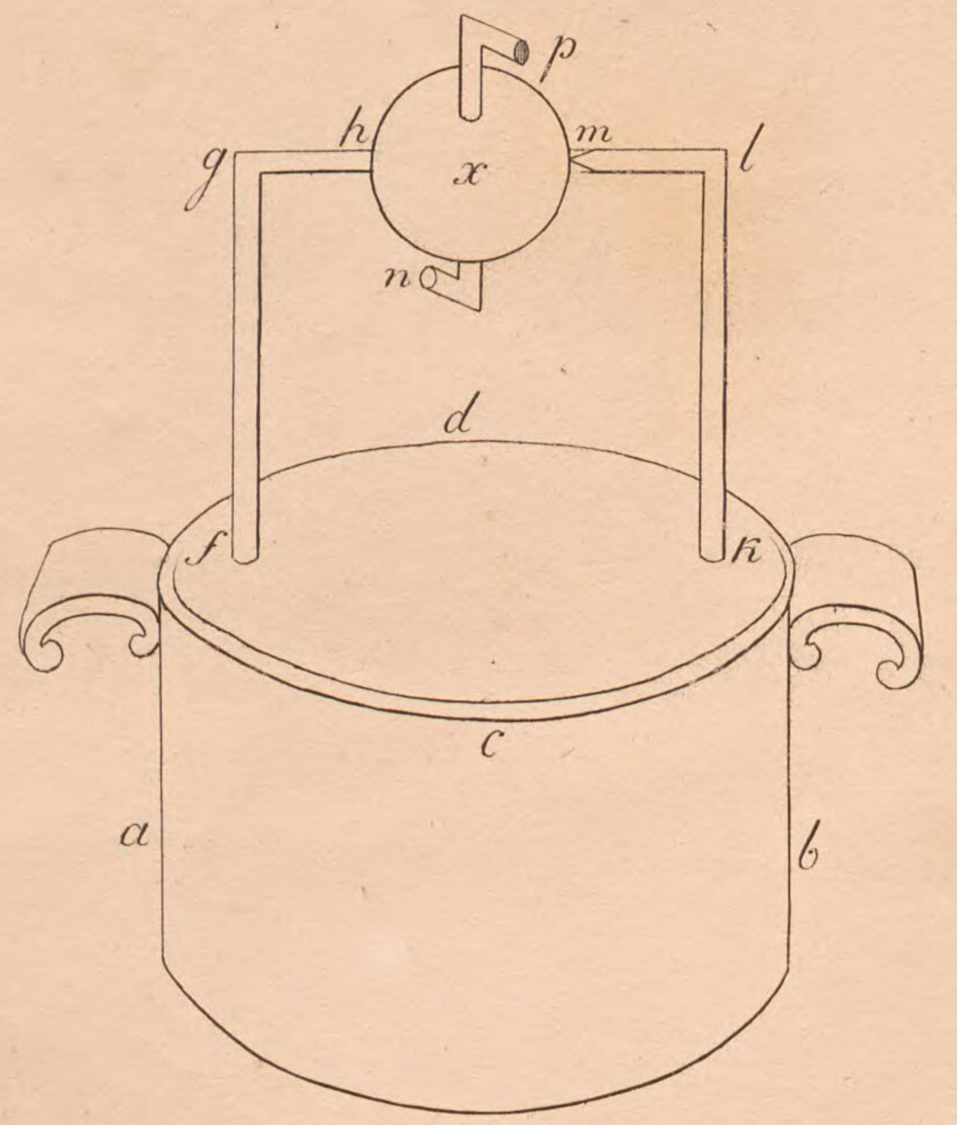


Fig. 30.

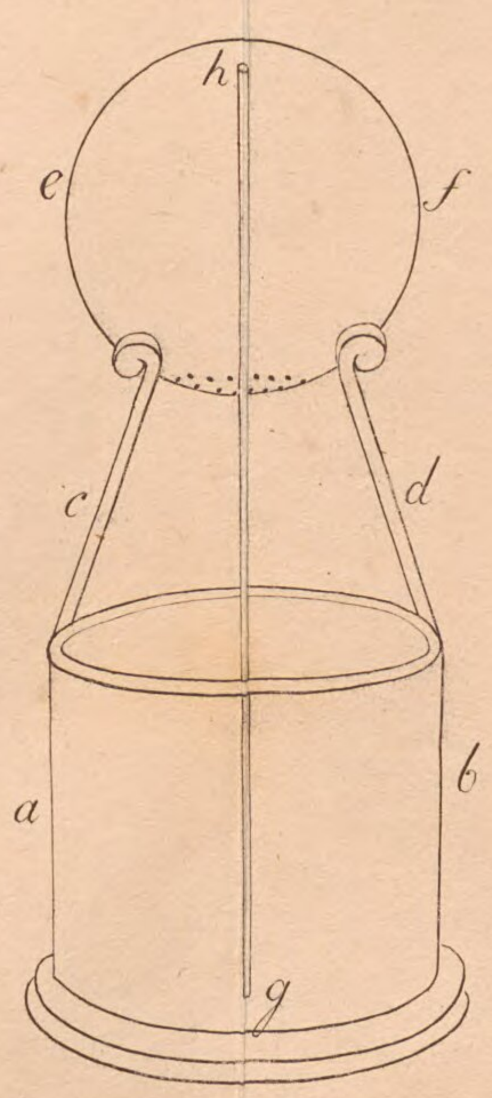


Fig. 31.

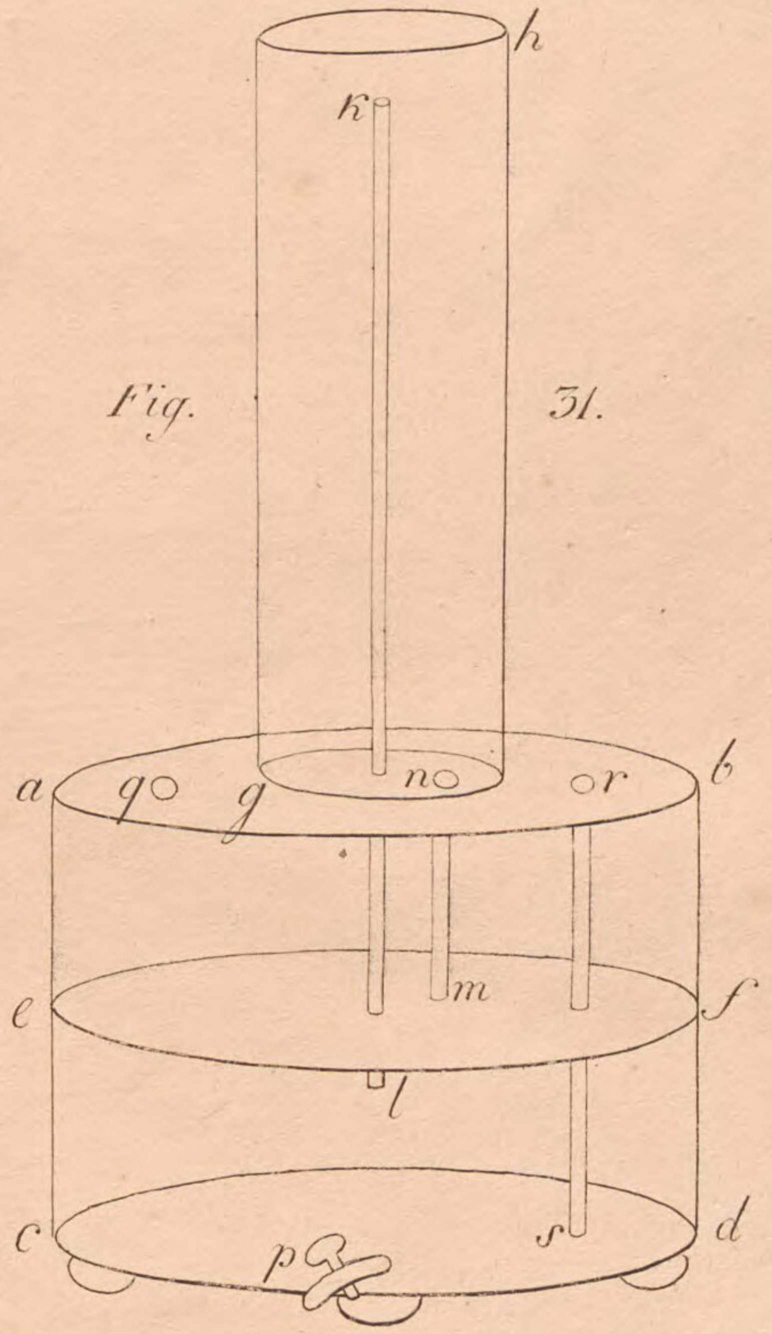


Fig. 32.

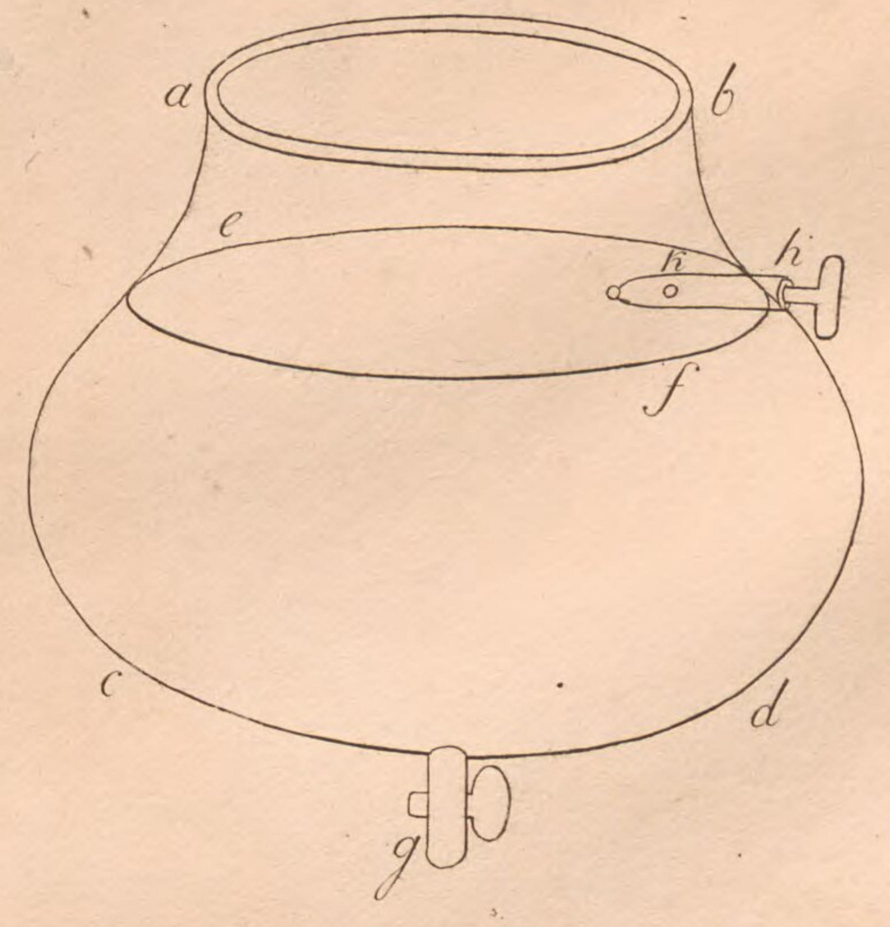


Fig. 33.

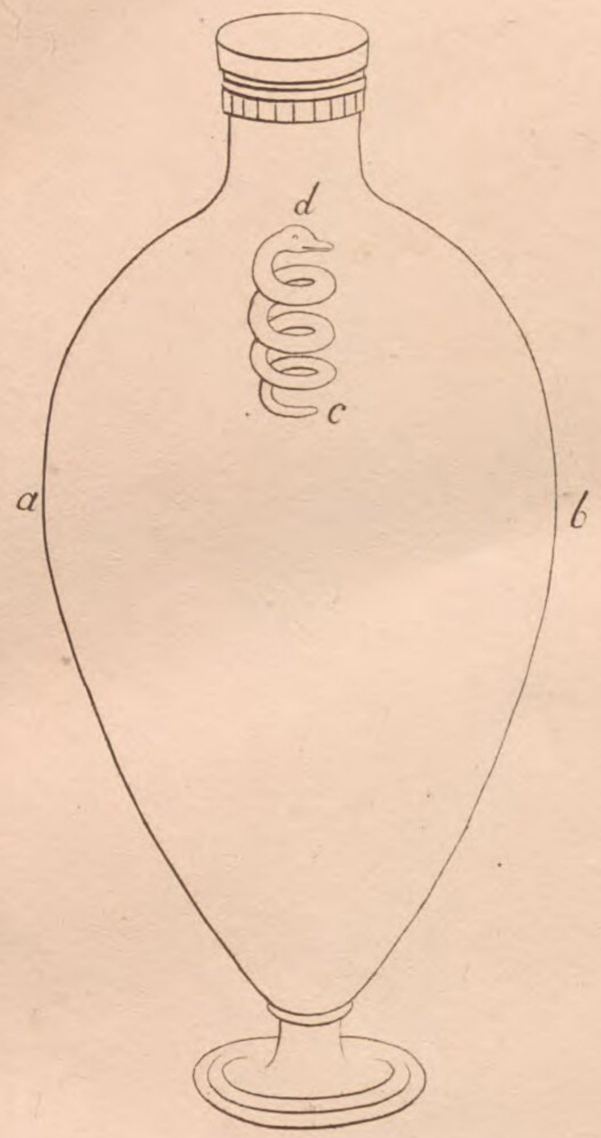


Fig 34.

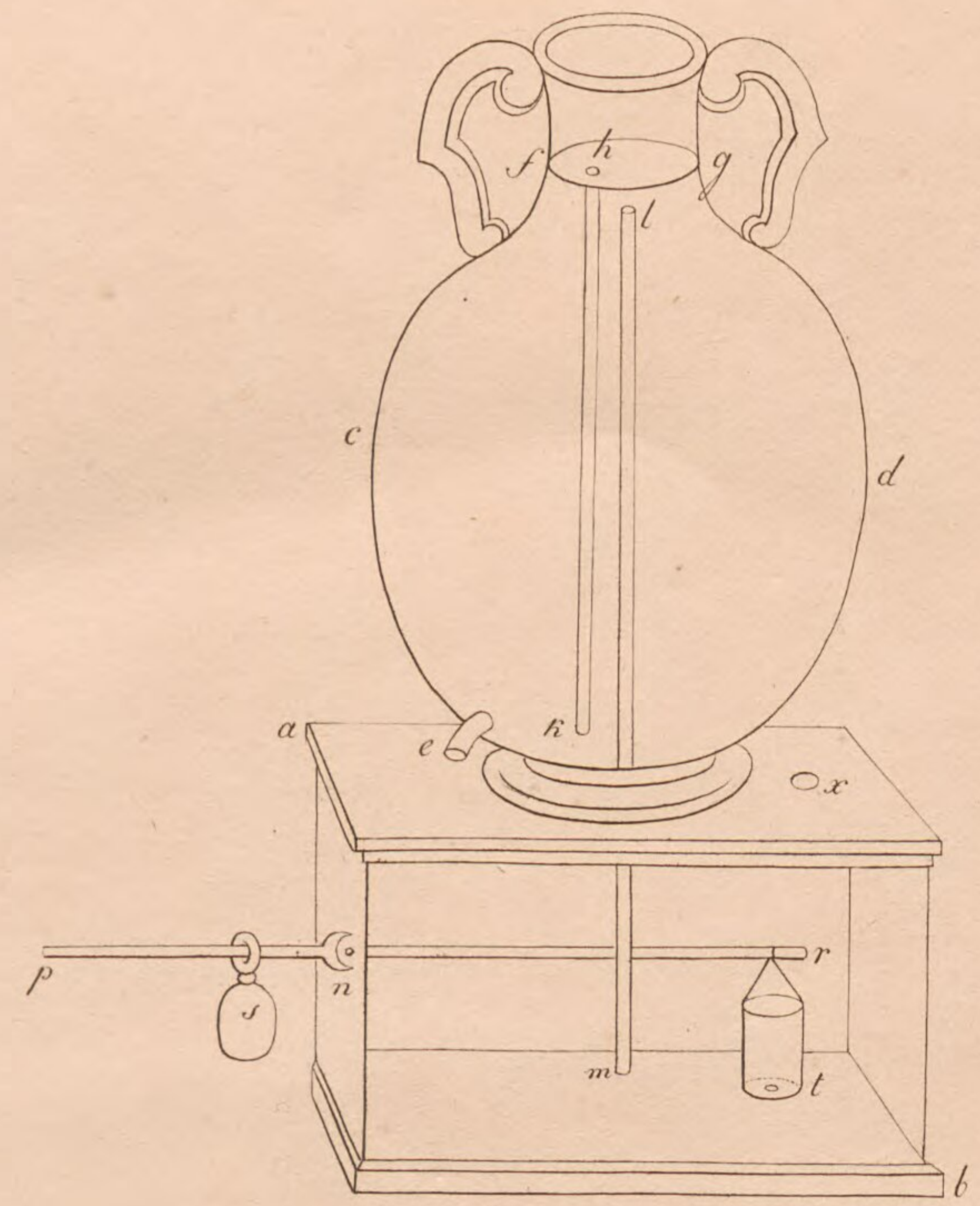


Fig. 35.

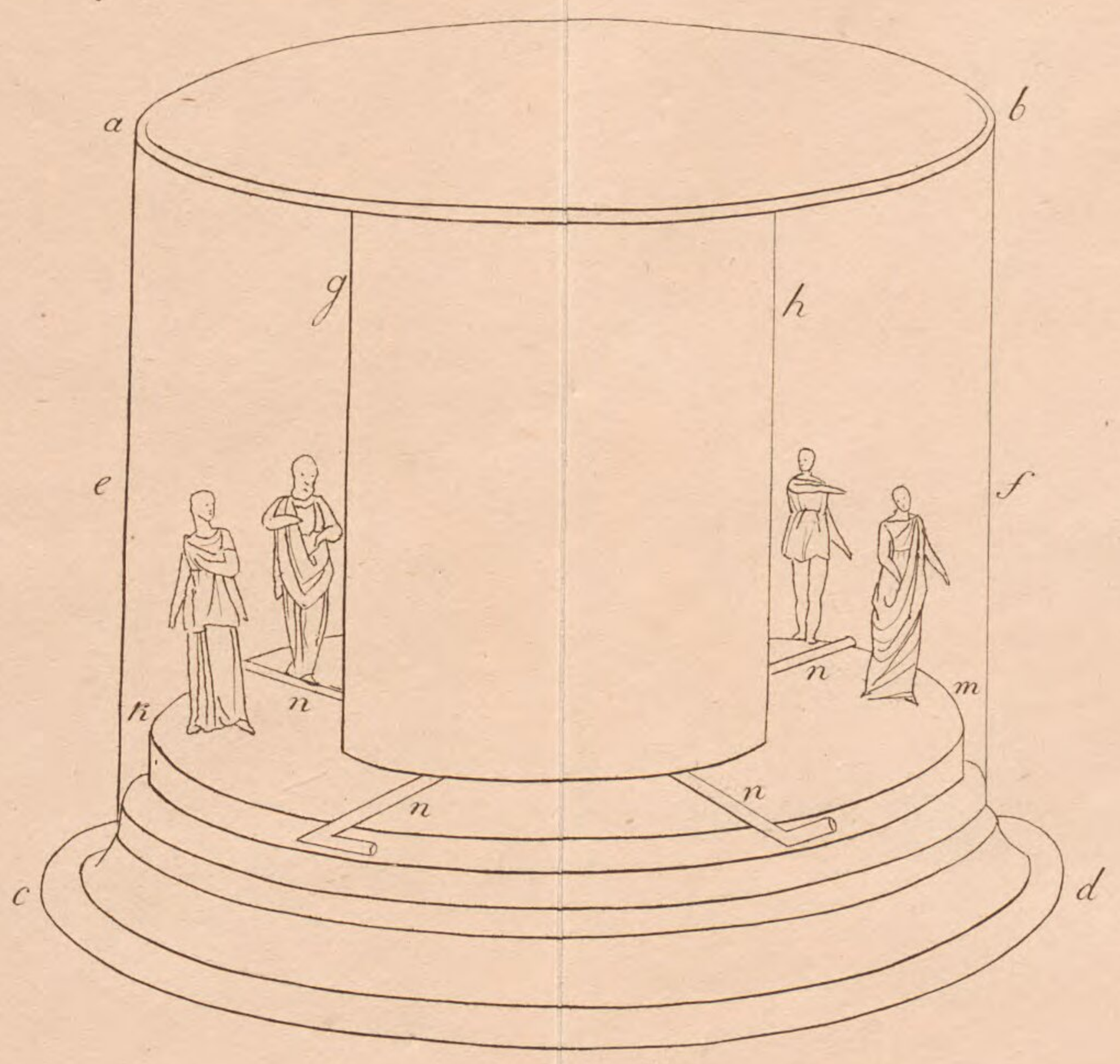


Fig. 36.

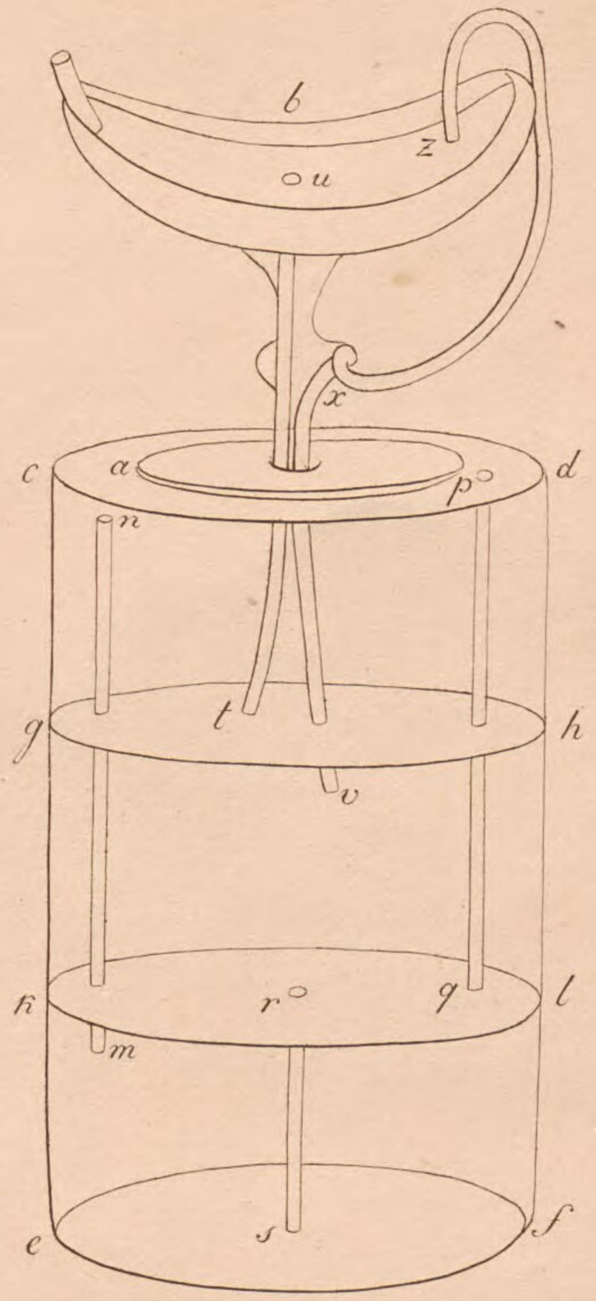


Fig. 37.

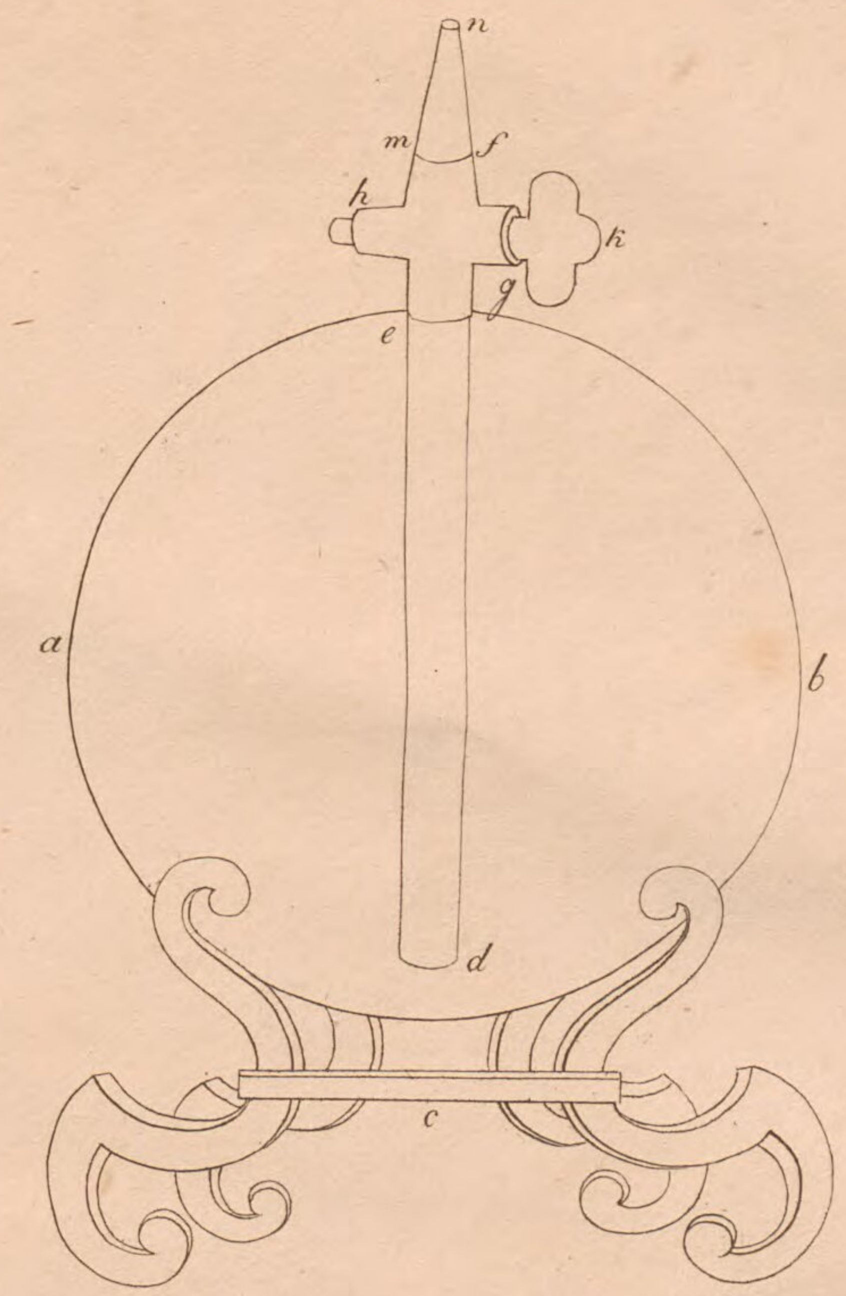


Fig. 38.

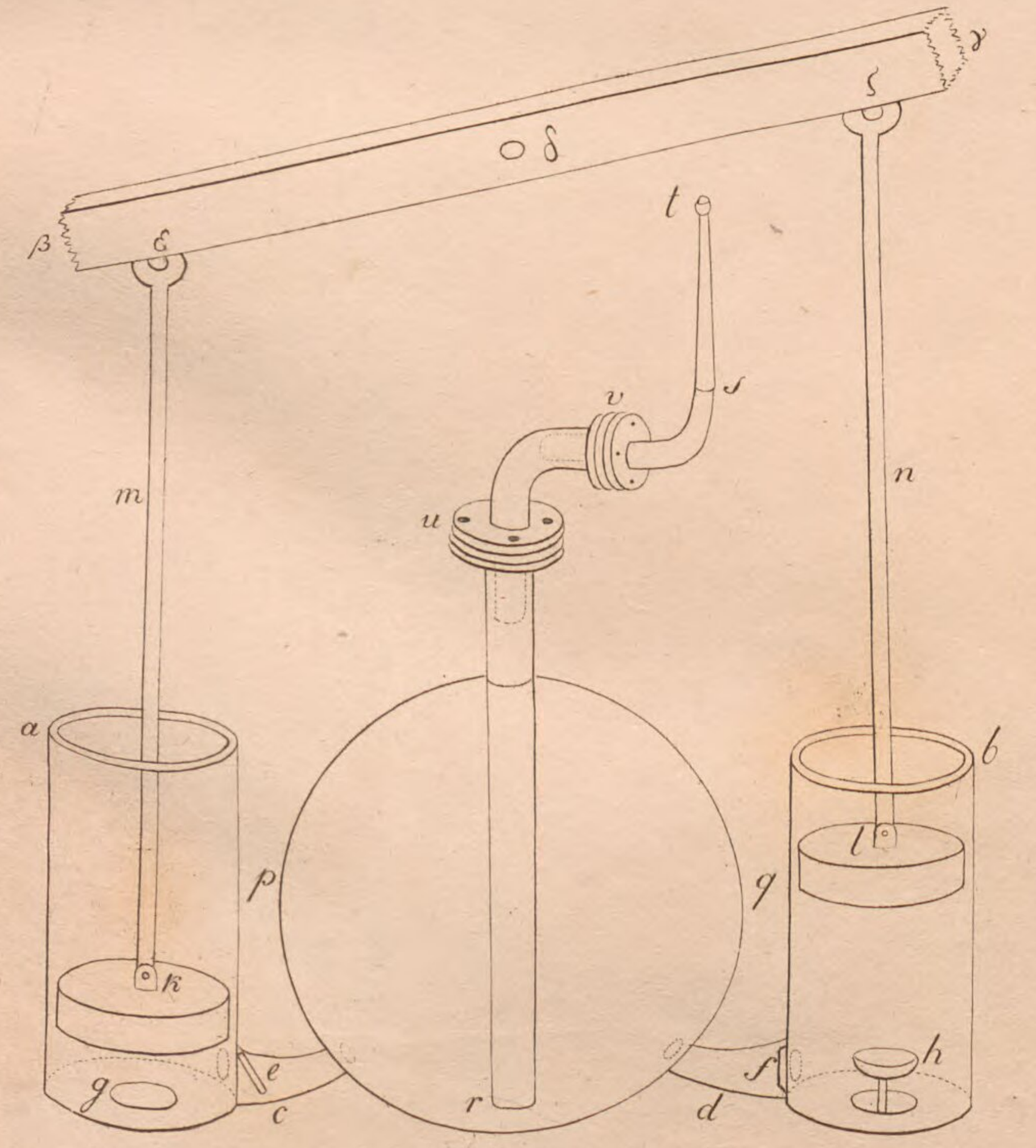


Fig. 39.

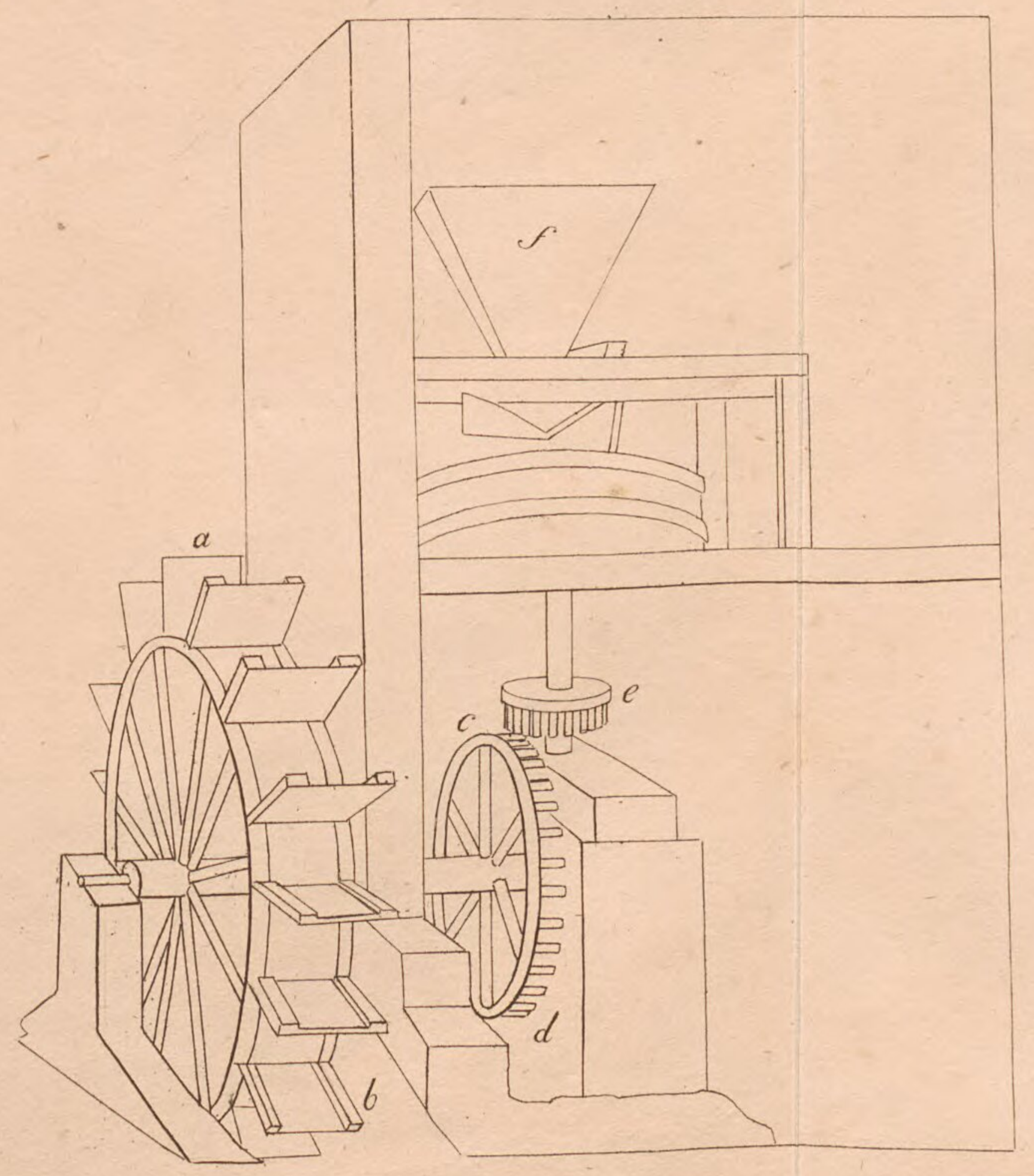


Fig. 40.

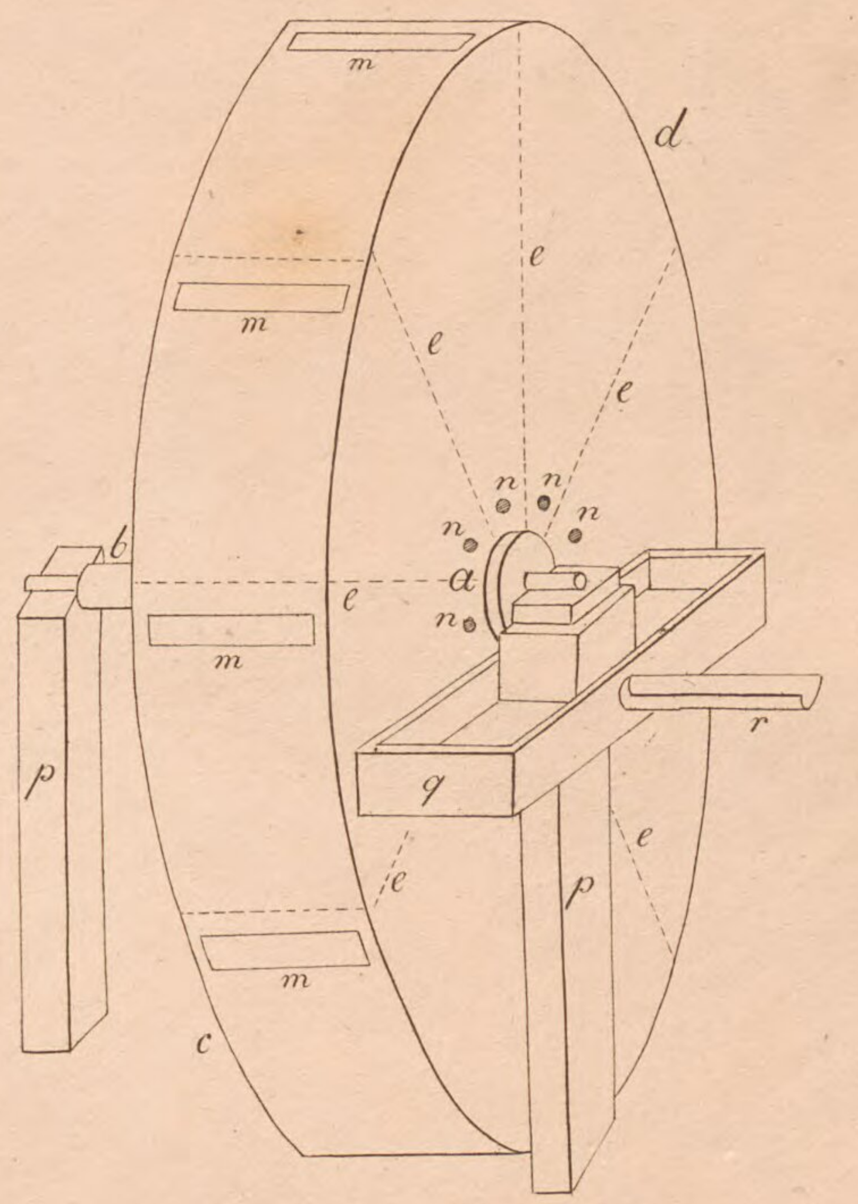


Fig. 41.

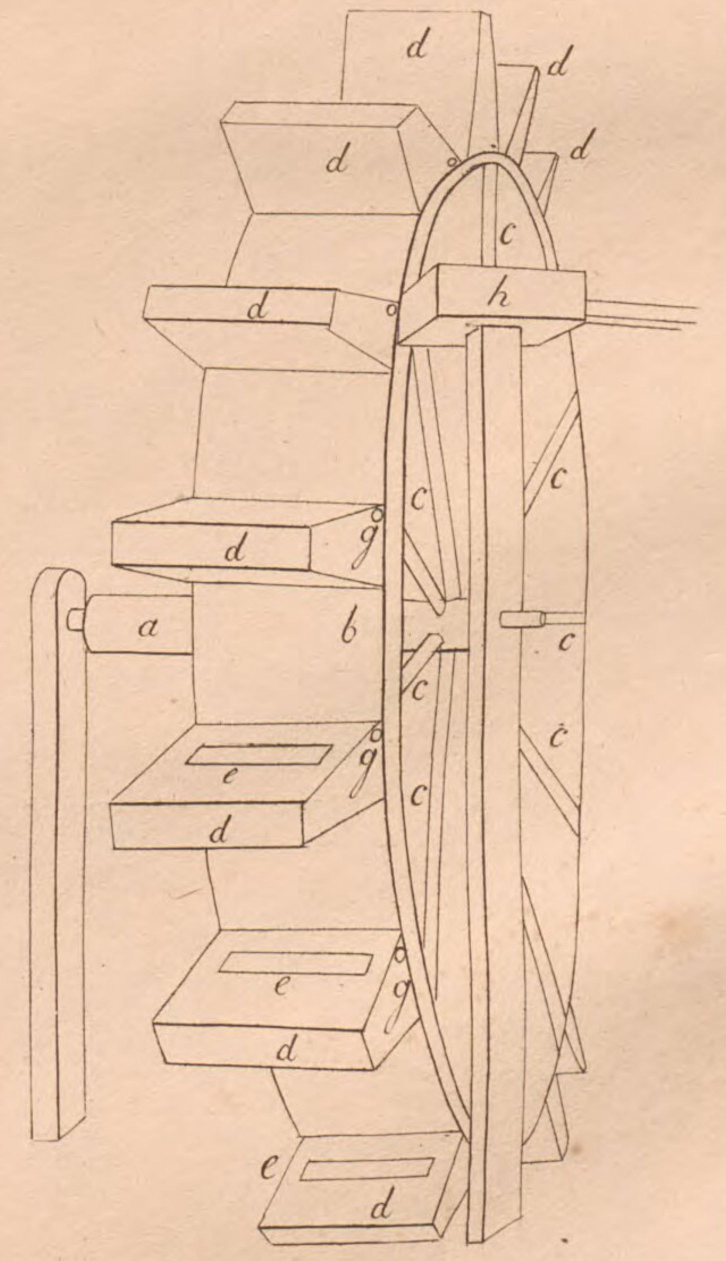


Fig. 42.

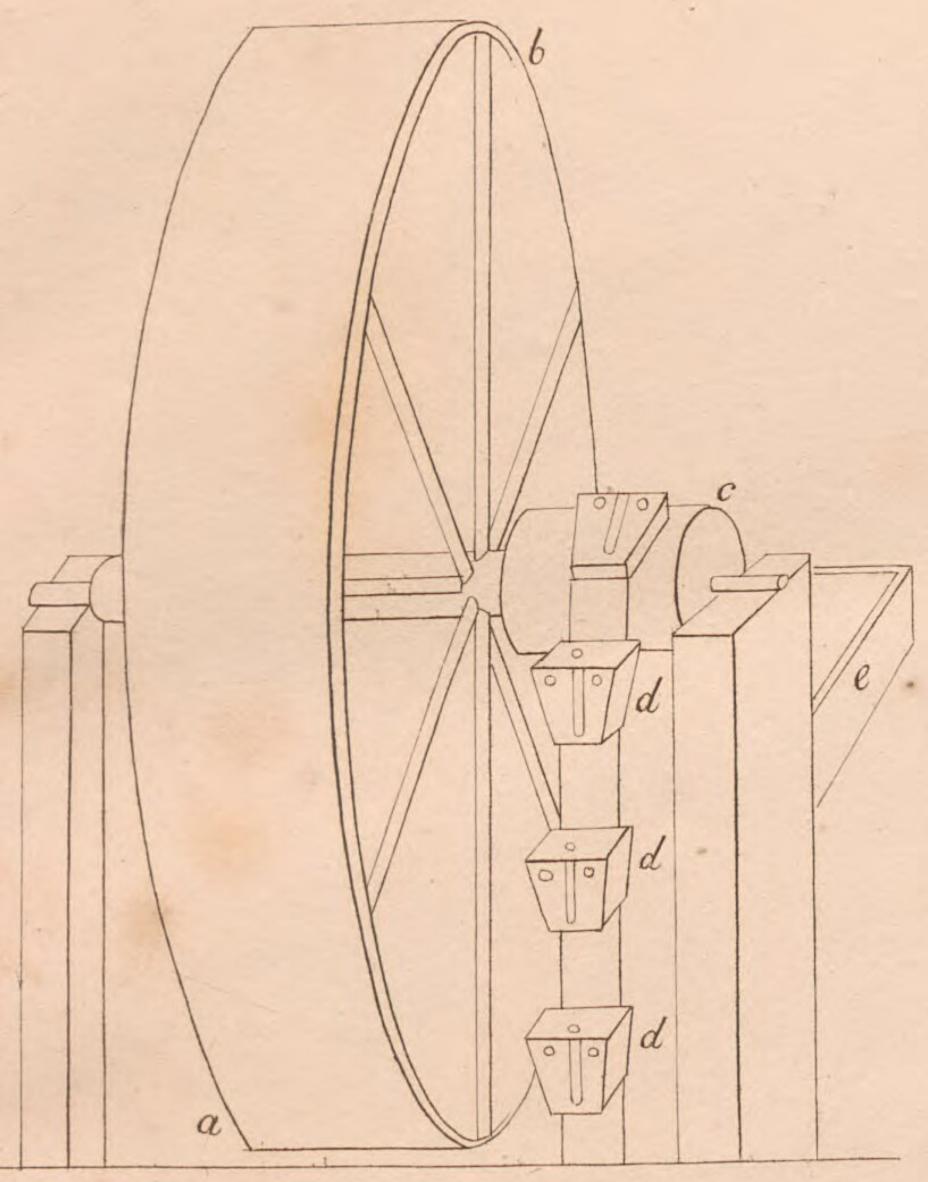


Fig 43

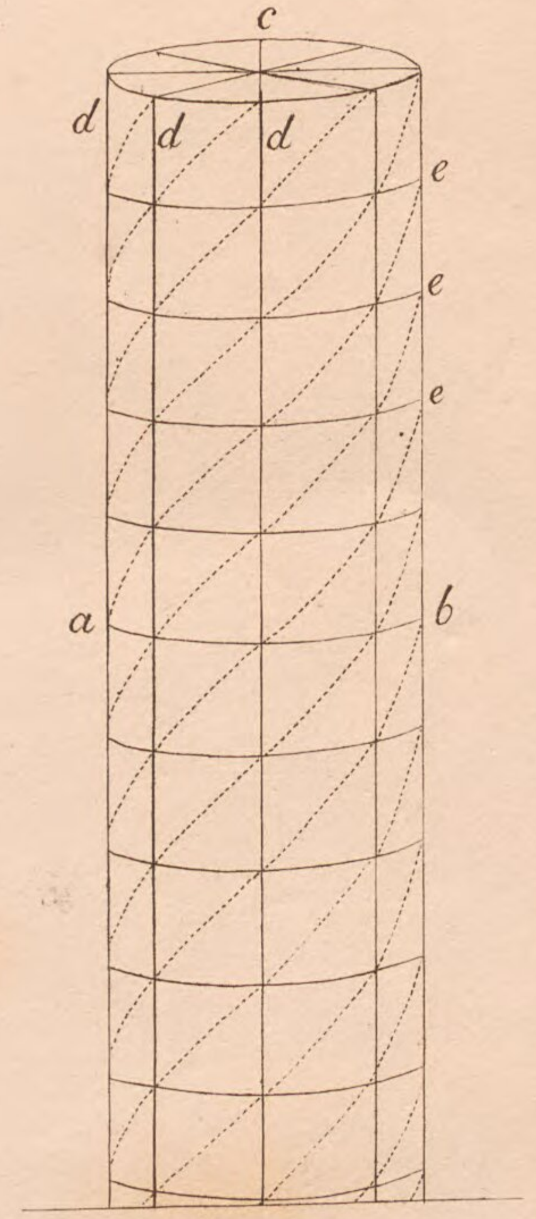


Fig. 44.

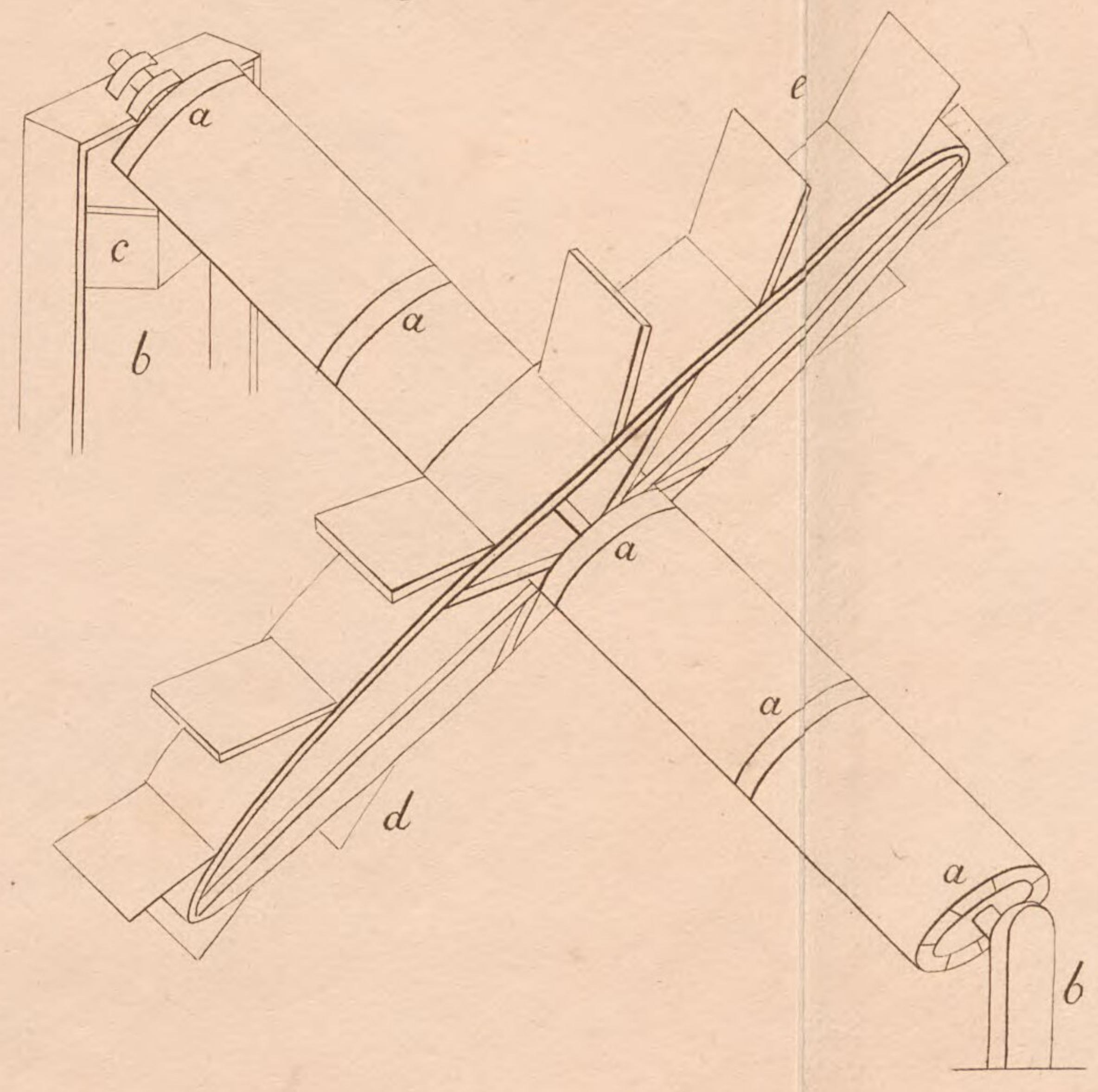


Fig. 45.

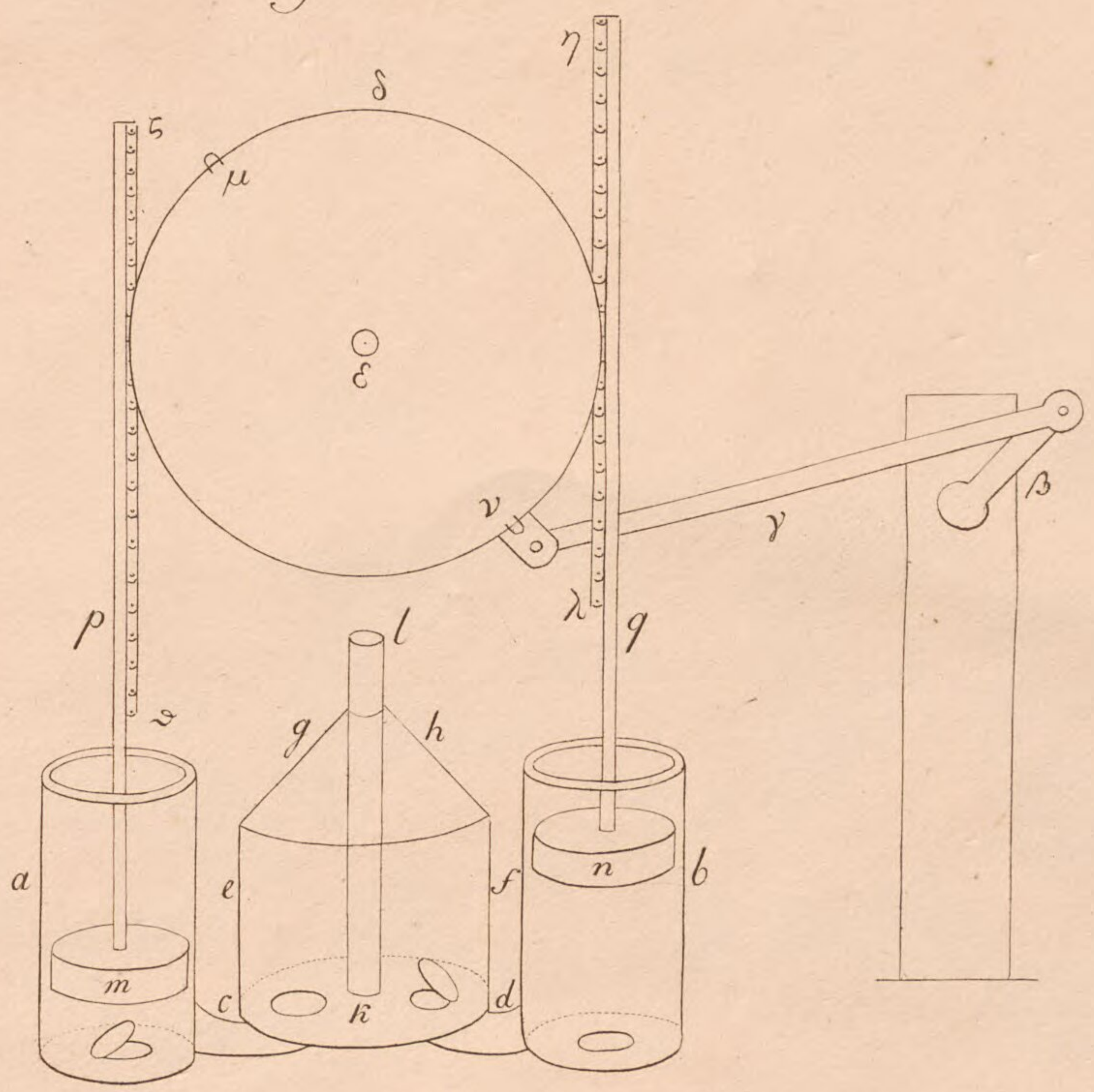


Fig. 46.

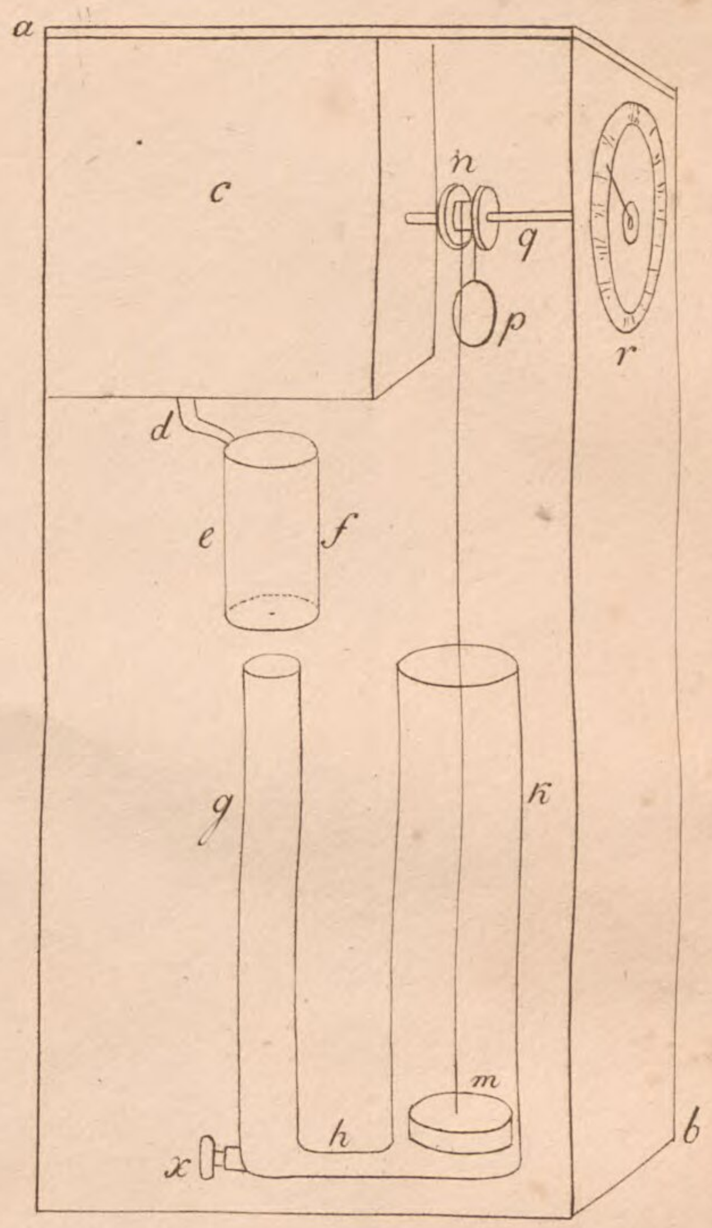


Fig. 47.

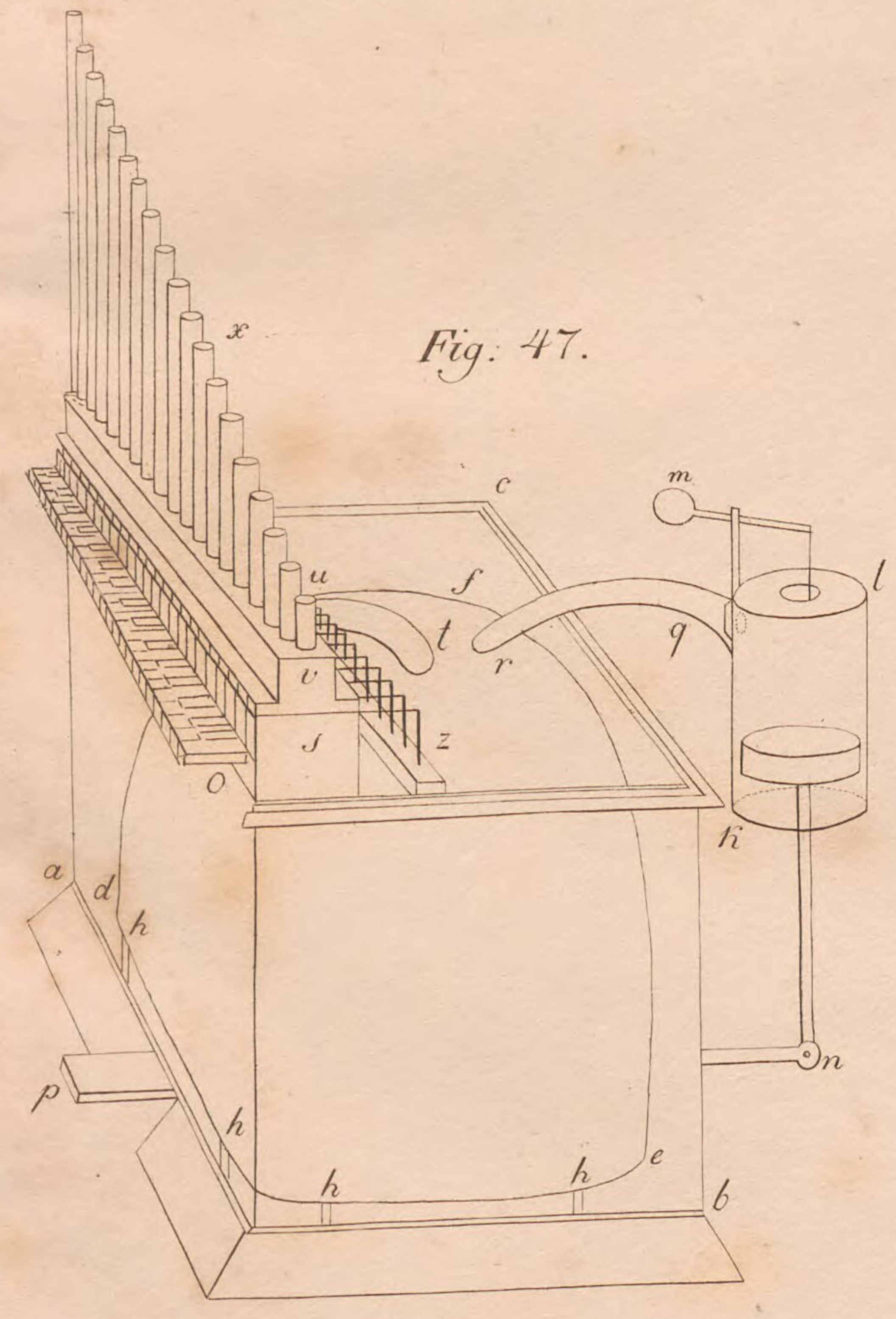


Fig. 48.

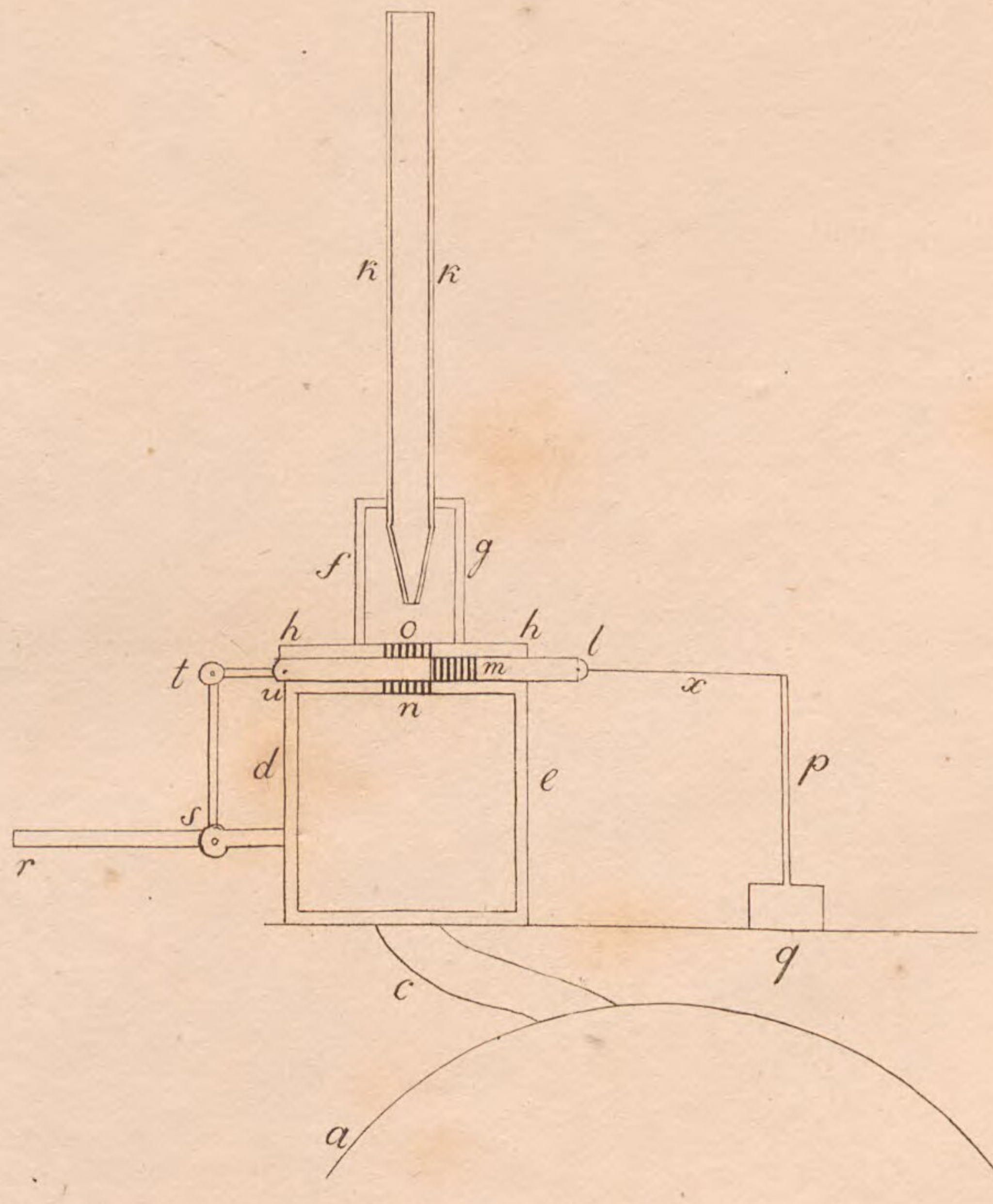


Fig. 49.

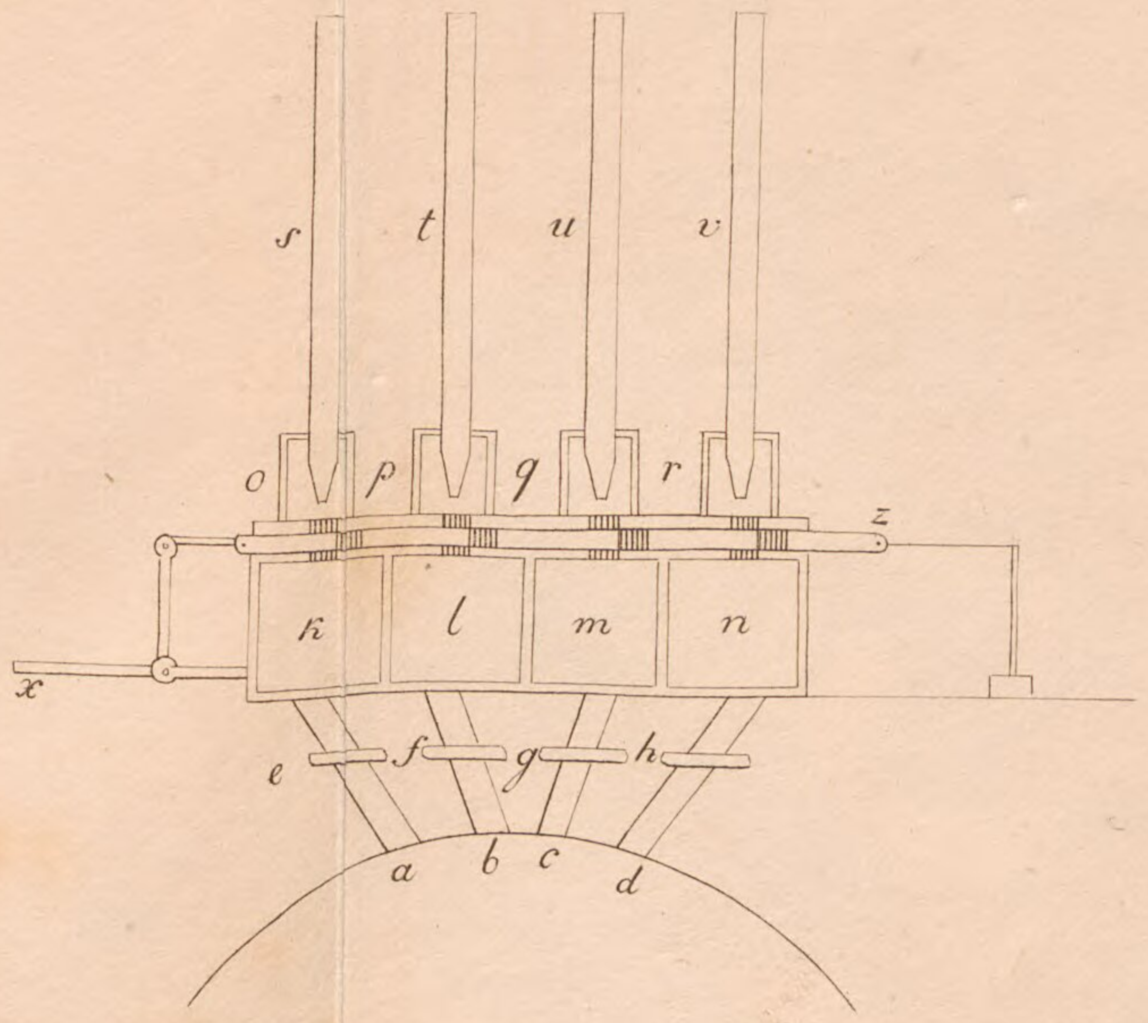


Fig. 50.

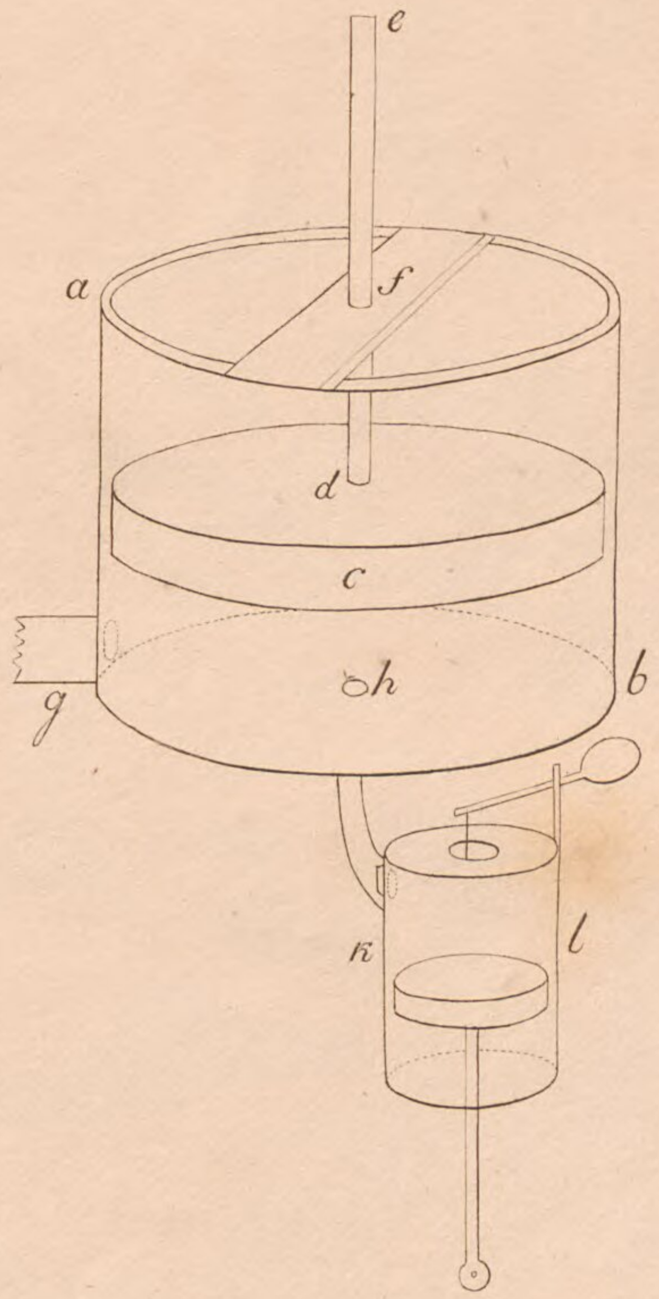
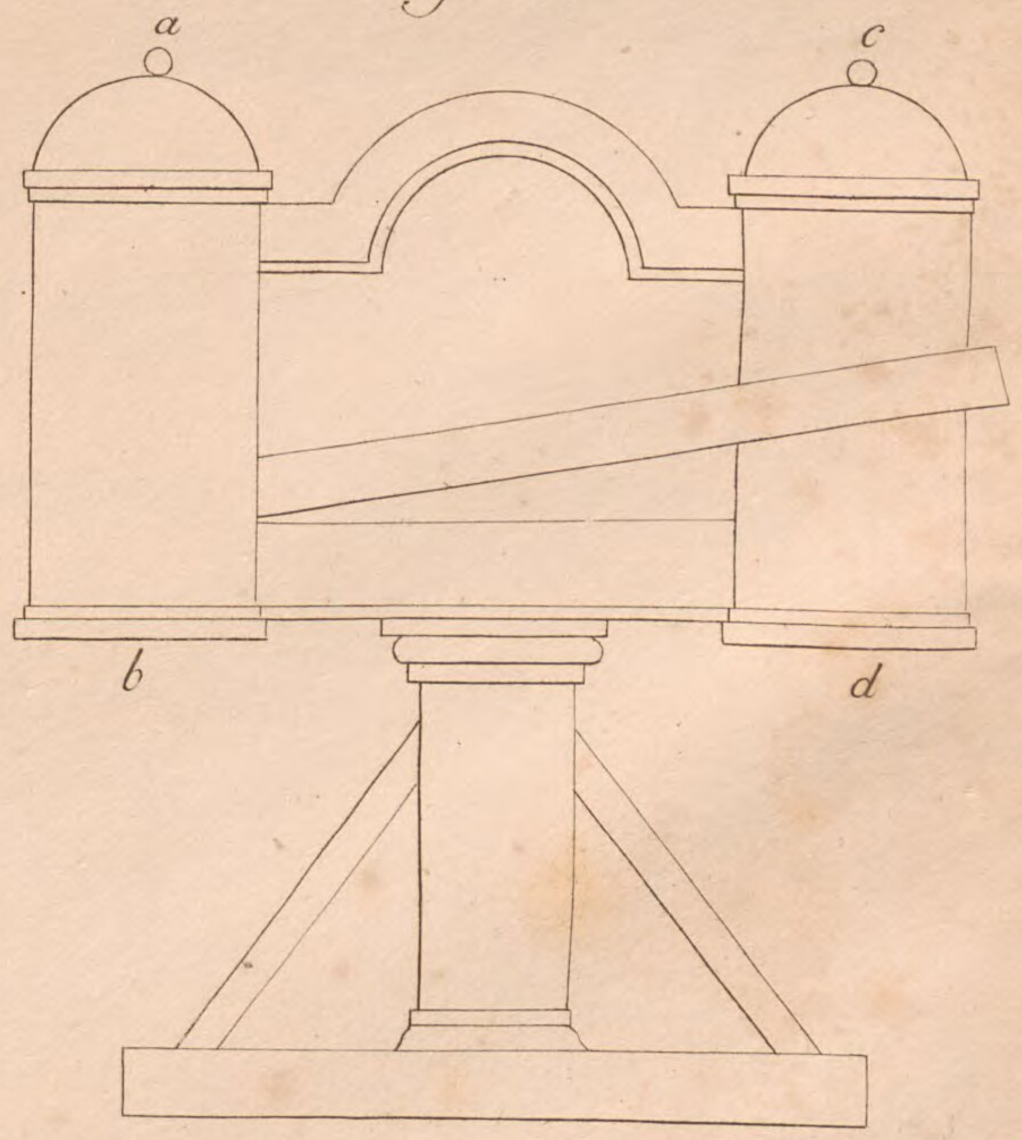


Fig. 51.



BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Drieberg, Friedrich <<von>>,

Die pneumatischen Erfindungen der Griechen mit Kupfern

Berlin 1822

4 Math.a. 84 c
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10052822-6